Книга сельского радиолюбителя

Книга сельского радиолюбителя

Под общей редакцией
В. А. Бурлянда

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ — МОСКВА · 1961

КНИГА СЕЛЬСКОГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ

Под общей редакцией В. А. Бурлянда

Редактор *А. И. Григорьева* Техн. редактор *М. С. Карякина*

Художественный редактор *Г. Л. Ушаков* Корректор *К. А. Мешкова*

Г 77276. Сдано в набор 26/XI-60 г. Подписано к печати 7/VII-61 г.
Бумага 60×92¹/₁₆. 32 физ. и усл. печ. л. Уч.-изд. л. = 30,28.
Изд. № 1/1941 Цена 1 р. 13 к. в переплете. Зак. 5. Тираж 50 000 экз.

Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

1-я типография Профиздата. Москва, Крутицкий вал, 18.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В сельском хозяйстве, как и в других отраслях народного хозяйства, все более возрастает роль радио и телевидения. Они находят широкое применение как в быту, так и в производстве, являются могучим средством политического и культурного просвещения тружеников села.

В связи с ростом темпов радиофикации и распространением телевидения на селе все больше возрастает потребность в кадрах радиоспециалистов.

Неотложной задачей организаций ДОСААФ и радиоклубов является подготовка радиоспециалистов для села. Перед комитетами ДОСААФ поставлена задача, чтобы в каждом колхозе и совхозе имелось достаточное количество подготовленных радиоспециалистов, была оборудована своя мастерская по ремонту радиоаппаратуры.

Комитеты и первичные организации ДОСААФ совместно с комсомольскими организациями создают на селе самодеятельные радиоклубы, курсы и радиолюбительские кружки.

Начинающие сельские радиолюбители испытывают большие затруднения в своей работе из-за недостатка популярной литературы.

«Книга сельского радиолюбителя», являясь пособием для сельских радиокружков и самодеятельных радиоклубов, дает в доступной форме сведения, необходимые начинающему радиолюбителю.

Второе издание выпускается с учетом пожеланий, высказанных руководителями сельских радиокружков и в многочисленных письмах читателей.

Первое издание «Книги сельского радиолюбителя» вышло в 1955 году. За прошедшие годы широким фронтом велись работы по конструированию и выпуску полупроводниковых приборов. Теперь они выпускаются в больших количествах и несут подлинную техническую революцию в дело радиофикации села. Поэтому второе издание «Книги сельского радиолюбителя» переработано и перестроено прежде всего за счет дополнения ее материалами о полупроводниковых приборах.

Кроме ряда разделов теоретического характера, знакомя-

щих читателей с полупроводниковыми приборами, в книге приводятся описания пятнадцати конструкций приемников, усилителей, измерительных приборов и УКВ аппаратуры, работающих на транзисторах и полупроводниковых диодах. Наряду с этим обновлены и описания радиолюбительских конструкций, в схемах которых используются электронные лампы.

За последние годы большое развитие получает УКВ спорт. Возможность установления дальних связей на УКВ, упрощение порядка получения разрешений на эксплуатацию УКВ радиостанций, новые виды соревнований на УКВ — все это способствовало успехам УКВ радиоспорта и открывает большие возможности для его развития на селе. Поэтому в данном издании значительно расширена глава, посвященная УКВ аппаратуре.

Во втором издании введены две новые главы: радиолюбительские измерения и налаживание усилителей и приемников, тесно связанные между собой и дающие сельскому радиолюбителю необходимые сведения для налаживания и ремонта несложной радиоаппаратуры. В главе, посвященной измерениям, значительное внимание уделено ознакомлению читателей с современным универсальным прибором — ГИРом и методикой пользования им.

Заново написаны и расширены главы 12-я («Звукозапись и звуковоспроизведение»), 14-я («Любительская коротковолновая радиоаппаратура») и значительно обновлены и переработаны главы 1-я, 2-я, 8-я, 15-я, 17-я и 18-я.

Главы 1-ю, 2-ю, часть 8-й и 18-ю написал В. А. Бурлянд; некоторые разделы главы 7-й — В. В. Енютин; 3-ю, 4-ю, 5-ю, 9-ю, 16-ю и первые разделы глав 15-й и 17-й — И. П. Жеребцов; ряд разделов главы 8-й — Е. А. Левитин; главы 13-ю, 14-ю и разделы о ГИРе в главе 10-й — В. А. Ломанович; главы 6-ю, 12-ю, начало главы 7-й, три заключительных раздела главы 15-й и главу 17-ю, кроме первых двух разделов, — А. М. Нефедов; 10-ю и 11-ю главы — А. Г. Соболевский; описание простого сигнал-генератора в главе 10-й — Е. К. Сонин.

Авторы и издательство будут признательны читателям за все их замечания по книге. Отзывы и пожелания следует направлять по адресу: Москва, Б-66, Ново-Рязанская, 26, Издательство ДОСААФ.

Глава первая

РАДИО, ЕГО ИСТОРИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ

В 1895 году у нас в России был открыт способ связи без проводов, названный впоследствии словом «радио». Сначала было возможно передавать без проводов лишь телеграммы с помощью азбуки Морзе, состоящей из точек и тире, а затем беспроволочный телеграф, или радиотелеграф, дополнился радиотелефоном, т. е. передачей звуков. Живую человеческую речь и музыку стали передавать с помощью радио на огромные расстояния.

В последнее время научились осуществлять передачу изображений, видеть на расстоянии по радио и проводить еще много других, не менее удивительных действий средствами радиотехники.

Сегодня радио везде и всюду является нашим чудесным помощником и другом. Оно все больше и больше заменяет провода телеграфа и телефона, а во многих случаях выступает как единственное средство связи. Радио стало важнейшим видом связи на суше и на море, единственным — в воздухе, а теперь и в космосе. Во многих случаях радио является могучим средством спасения человеческих жизней. Завоевание Арктики и Антарктиды, покорение Северного полюса, такие величайшие научные достижения, как использование атомной энергии, создание спутников Земли, искусственных планет, положивших начало завоеванию космоса, — все это немыслимо без радио. Большое значение имеет радио в обороне страны. Исключительную роль сыграло радио в Великой Отечественной войне Советского Союза.

Велика роль радио и как мощного средства для политической агитации и распространения социалистической культуры. Радио разносит миллионам слушателей Советского Союза последние известия, лекции, доклады, концерты. Благодаря радио вся наша страна имеет возможность слушать важнейшие выступления руководителей партии и правительства, передачи парадов и демонстраций, происходящих на Красной площади в Москве. Радио повседневно помогает нам строить коммунизм.

Несомненно, каждый, кто хоть раз слушал радиопереда-

чу, задавал себе вопрос о том, что такое радио, как передаются звуки по радио, каким путем мысль человека дошла до изобретения этого чудесного средства связи, не знающего препятствий и преград.

В этой книге мы расскажем читателю об изобретении радио, развитии радиотехники в нашей стране и ее достижениях в наши дни. Мы объясним, как происходит радиопередача и как работает радиоприемник, изложим в ответах на эти вопросы основы радиотехники.

Наряду с этим мы расскажем и о советском радиолюбительском движении — этой замечательной народной радиолаборатории, вырастившей многих известных радиоспециалистов, радистов и радиоконструкторов.

Последующие главы книги должны научить сельских радиолюбителей правильно обращаться с радиоприемниками и телевизорами, устанавливать их, находить и устранять простейшие неполадки в радиоаппаратуре.

Читатель найдет в книге ряд глав, из которых он почерпнет, как изготовить и наладить несложные самодельные приемники и усилители, как стать коротковолновиком и построить любительские радиостанции для работы на коротких и ультракоротких волнах. Кратко рассказано о любительской звукозаписи, о телевидении, а в заключение дан ряд советов по организации сельского радиокружка и его работе.

ЧТО ЗНАЧИТ СЛОВО «РАДИО»

Само слово «радио», которое прочно вошло в наш язык, появилось не сразу. Радиосвязь в первые годы ее развития называли телеграфом и телефоном без проводов. Такое название было слишком длинным и впоследствии его заменили более удобным коротким словом радио. Оно происходит от известного слова «радиус». Радиусом мы называем прямую линию, проведенную из центра к окружности. В переводе на русский язык радиус (латинское слово) означает луч.

Беспроволочную передачу назвали радиопередачей, или, коротко, радио, потому что радиостанции посылают свои волны, подобно лучам света, по радиусам во все стороны или в некоторых определенных направлениях.

Под словом радио мы обычно понимаем беспроволочную передачу в широком смысле слова, т. е. считаем, что в это понятие входят и собственно передача радиоволн от передающей радиостанции, и распространение этих волн в пространстве, и прием радиоволн на приемной станции.

РАДИО ИЗОБРЕТЕНО В РОССИИ

В марте 1959 года советский народ отметил столетие со дня рождения великого русского ученого, изобретателя радио Александра Степановича Попова.

Великий русский ученый, изобретатель радио
Александр Степанович Попов

Ни один юбилей ученого не был так широко отмечен в нашей стране, как столетие со дня рождения А. С. Попова. Объясняется это тем, что его изобретение — радио — прошло блестящий путь развития и стало могучим средством культуры, коммунистического воспитания, борьбы за мир, за технический прогресс.

Сейчас невозможно себе представить жизнь современного общества без радио.

Выдающееся изобретение А. С. Попова открыло новый этап в развитии мировой науки и техники — эру радиоэлектроники, как называют теперь современную радиотехнику.

А. С. Попов родился 16 марта 1859 года в селении Турьинские рудники Верхотурского уезда, Пермской губернии.

С детских лет он проявлял интерес к технике. Любимым его занятием была постройка разного рода двигателей, работающих с помощью текущей воды. У него также была склонность к ремеслам. С юных лет будущий изобретатель научился плотничьему и столярному делу. Трудовые навыки, полу-

ченные в детстве и юности, помогали впоследствии ученому во всех его опытах.

Осенью 1877 года он поступил на математическое отделение физико-математического факультета Петербургского университета. Этот факультет в те годы был центром подготовки русских электротехников, так как электротехника еще не была самостоятельным предметом, а отделом физики. Глубоко изучая в университете теоретические вопросы электротехники, А. С. Попов занимался и практическими делами. Он работал электромонтером на одной из первых электрических станций и занимался проводкой электрического освещения. На первой электротехнической выставке 1880 года он был объяснителем.

В 1882 году А. С. Попов окончил университет и был оставлен при кафедре физики для подготовки к профессорскому званию. Но через год он перешел на преподавательскую работу в одно из первых электротехнических учебных заведений России — Минный офицерский класс в Кронштадте. Здесь проводилась серьезная научно-исследовательская работа по электротехнике в отлично оборудованном физическом кабинете, считавшемся одним из лучших в России.

В Кронштадте ученый проработал 18 лет. С этим периодом его жизни связаны все основные изобретения и работы по развитию беспроволочного телеграфа.

Деятельность А. С. Попова, предшествовшая открытию радио, — это неутомимые исследования в области электричества, магнетизма и электромагнитных волн.

Еще в 1889 году он пришел к выводу, что электромагнитные волны можно использовать для беспроволочной связи. 23 февраля 1890 года он прочел лекцию в Кронштадтском морском собрании, которую заключил словами: «Человеческий организм не имеет такого органа чувств, который замечал бы электромагнитные волны в эфире; если бы изобрести такой прибор, который заменил бы электромагнитные чувства, то его можно было бы применять к передаче сигналов на расстоянии» *.

Прошло пять лет, и 7 мая 1895 года на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге А. С. Попов выступил с докладом и демонстрацией созданного им первого в мире радиоприемника.

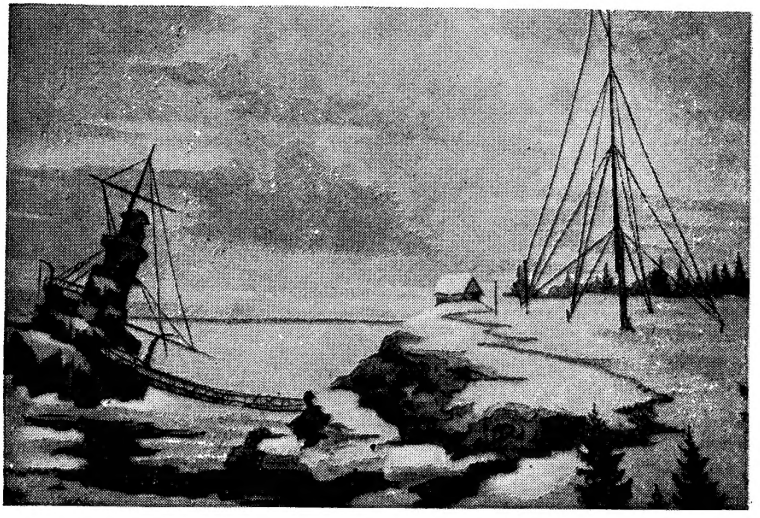
Это свое историческое сообщение ученый закончил так: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых

---

* Из статьи А. И. Берга «Победное шествие великого открытия». «Правда» от 15 марта 1959 г.

электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

Через десять месяцев эта надежда была претворена в жизнь самим же Поповым. 24 марта 1896 года на заседании Русского физико-химического общества он передал первую



Радиостанция А. С. Попова на острове Гогланд

в мире радиограмму на расстояние в четверть километра. А уже осенью 1899 года А. С. Попов провел испытания радиостанций на трех броненосцах Черноморского флота и достиг дальности связи свыше 20 *км*.

В начале 1900 года во время работ по снятию с камней потерпевшего аварию у острова Гогланд броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» была установлена практическая линия связи на расстоянии в 47 *км* между островом Гогланд и окрестностями города Котки в Финляндии. Эта первая в мире линия радиосвязи обслуживала спасательные работы.

6 февраля 1900 года А. С. Попов передал из Котки на остров Гогланд первую радиограмму. Она содержала приказание ледоколу «Ермак» выйти на помощь рыбакам, унесенным на льдине в море. Ледокол выполнил приказ, и рыбаки были спасены.

Так начало нового XX века ознаменовалось конкретным применением радиосвязи для спасательных работ и спасения людей.

Радио с триумфом вошло в XX век и стало новым прогрессивным видом связи этого века.

Началась радиофикация русского военно-морского флота, в которой участвовал и сам изобретатель радио. Эту работу он не оставлял и при назначении его профессором физики Петербургского электротехнического института (сентябрь 1901 года).

31 декабря 1905 года (по старому стилю) Александр Степанович Попов скоропостижно скончался от кровоизлияния в мозг.

А. С. Попов был не только изобретателем радиотелеграфа, но и ученым, обосновавшим главнейшие принципы радиопередачи, и инженером, заботившимся о всемерном расширении областей применения радиосвязи. Он создал первые армейские радиостанции и доказал возможность применения радио в пехоте, артиллерии и воздухоплавании.

Созданием Кронштадтских мастерских по ремонту и постройке радиостанций А. С. Попов положил начало отечественной радиопромышленности. Он был также автором первого учебного пособия по радиотехнике.

Видя общенародное значение своего изобретения, А. С. Попов стремился как можно шире популяризировать значение радио и достижения в области радиосвязи. Он читал публичные лекции, сопровождал их замечательными опытами и демонстрациями.

Радиотелеграф, созданный его гением, был тем началом, из которого затем родились современное радиовещание, телевидение, радиофототелеграф, радиотелемеханика, радионавигация и радиолокация.

Советский народ по достоинству оценил заслуги гениального изобретателя и ученого-патриота перед Родиной.

В 1945 году в нашей стране широко праздновалось пятидесятилетие со дня изобретения радио. Юбилей отмечался 7 мая — в день, когда 50 лет назад А. С. Попов впервые публично демонстрировал свое изобретение.

В связи с этим Советское правительство установило 7 мая ежегодный День радио... **«в целях популяризации достижений отечественной науки и техники в области радио и поощрения радиолюбительства среди широких слоев населения».** Этим же указом правительства были учреждены Золотая медаль имени А. С. Попова и значок «Почетный радист».

Как уже говорилось выше, особенно широко отмечалось столетие со дня рождения А. С. Попова.

16 марта 1959 года в Москве, во Дворце спорта, состоялось торжественное собрание. В Политехническом музее в Москве была открыта большая юбилейная выставка. По всей стране состоялись торжественные заседания, юбилейные научные сессии и научно-технические конференции.

Широко был отмечен юбилей в странах социалистического лагеря и особенно в Китае и Чехословакии.

В сквере на Кировском проспекте Ленинграда 22 марта был торжественно открыт памятник А. С. Попову.

В ознаменование юбилейной даты Центральный комитет ДОСААФ провел ряд всесоюзных соревнований радиолюбителей-коротковолновиков и международные радиотелефонные соревнования на кубок имени А. С. Попова.

В ознаменование столетия со дня рождения изобретателя радио выпущены памятная настольная бронзовая медаль и нагрудные знаки, которыми награждено около пяти тысяч работников науки и народного хозяйства, содействующих развитию и внедрению радиоэлектроники.

Именем А. С. Попова названы: Куйбышевская радиовещательная станция, Научно - исследовательский институт радиовещательного приема и акустики, учебные заведения и музеи, заводы и колхозы.

Памятник А. С. Попову на Кировском проспекте в Ленинграде

Однако лучшим памятником А. С. Попову является дальнейшее развитие дела, которому посвятил свою жизнь великий русский ученый.

РАЗВИТИЕ РАДИО В СССР

После смерти А. С. Попова продолжателями его дела в России была группа выдающихся русских радиоспециалистов (А. А. Петровский, И. Г. Фрейман, Н. Н. Циклинский и М. В. Шулейкин), объединившихся на первом отечественном радиозаводе, выросшем из Кронштадтских радиомастерских, переведенных в Петербург. Завод этот принадлежал морскому ведомству и назывался «Радиотелеграфное депо».

С этим заводом было связано и начало деятельности в области радиотехники В. П. Вологдина, впоследствии известного ученого-изобретателя.

Группа ученых радиодепо заложила фундамент нескольким школам советских радиоспециалистов, работавшим над

развитием и укреплением отечественной радиотехники. Но еще малы были силы отечественных радиоспециалистов. Царское правительство настолько преклонялось перед всем заграничным, что мало верило в силы своих ученых и техников, не помогало им и предоставляло широкую возможность иностранным фирмам извлекать прибыль из отсталости России. Так было в большинстве отраслей техники, так было и в области радиотехники.

Это раболепство правящих кругов тормозило развитие русской науки и повредило развитию отечественной радиотехники. В результате радиотехника развивалась в России сравнительно слабо, и только Великая Октябрьская социалистическая революция внесла резкий перелом в это дело.

С первых дней Советской власти рабоче-крестьянское правительство широко пользовалось радиотелеграфом. Скромные искровые радиотелеграфные передатчики стали важным средством большевистской пропаганды. Радио доносило до народа первые ленинские декреты, извещало о всех важнейших событиях. Ленинские обращения по радио «Всем, всем всем» положили начало новому применению радиотелеграфа. После приема на местах радиограммы размножались и расклеивались в городах и на крупных железнодорожных станциях.

К весне 1918 года в стране уже работала целая сеть из нескольких сот приемных радиостанций, установленных профсоюзом радиоспециалистов. Передачи для этой сети осуществлялись двумя крупнейшими в то время радиостанциями: Ходынской в Москве и Детскосельской в Петрограде. Такая система использования радиотелеграфа сыграла огромную роль в сообщении центра страны с периферией особенно во время гражданской войны.

Владимир Ильич Ленин неоднократно в наиболее напряженные политические моменты пользовался радиосвязью. Среди многих преимуществ радио он выделял возможность с его помощью обращаться к народам мира через голову их правительств, так как радио не знает границ.

НИЖЕГОРОДСКАЯ РАДИОЛАБОРАТОРИЯ

Фундамент советской радиоэлектроники был заложен Владимиром Ильичем Лениным. Великий Ленин первым оценил радио не только как важнейший вид связи, но и как лучшее средство пропаганды и агитации, мобилизации широких масс. Несмотря на суровость и сложность внутренней и международной обстановки, борьбу с интервенцией и внутренней контрреволюцией, В. И. Ленин разработал обширную программу радиостроительства.

В первые годы революции, до 1924 года, было принято

десять декретов в области радиотехнического строительства. Первый из них — о централизации радиотехнического дела (от 21 июля 1918 года) — положил начало советской радиопромышленности и радиофикации страны.

2 декабря 1918 года был подписан декрет об организации Нижегородской радиолаборатории, ставшей затем более чем на десять лет центром нашей радиотехнической науки. Ее цели и задачи были сформулированы В. И. Лениным в Положении о радиолаборатории, утвержденном Советом Народных Комиссаров 2 декабря 1918 года. Радиолаборатория была названа «Первым этапом к организации в России государственного социалистического радиотехнического института».

Радиолаборатория должна объединить «активных работников в области радиотехнической науки, техники, промышленности и эксплуатации и дать всем вообще радиотехникам возможность бесплатного производства опытов и изысканий».

В этом документе особенно подчеркивались задачи радиолаборатории в области разработки, конструирования и организации производства радиотехнической аппаратуры и предписывалось организовать производство радиоламп. Первоочередной задачей ставилась работа в области радиотелефонии, т. е. радиовещания. Этот декрет дал программу работ для развития советской радиотехники на много лет вперед.

Решение организовать центральный научно-исследовательский институт по радиотехнике с такими широкими целями, несмотря на разруху и блокаду, было смелым и революционным. Оно исходило из гигантского значения радио для партии и Советского государства.

Настойчиво добивался Владимир Ильич Ленин реализации этого решения, проявляя свойственную ему непримиримость ко всему, что мешало развитию советской радиотехники. А коллектив радиолаборатории повседневно ощущал ленинскую заботу, его помощь и контроль.

Уже 19 января 1920 года была осуществлена первая опытная радиотелефонная передача из Нижегородской радиолаборатории.

5 февраля 1920 года В. И. Ленин направил руководителю радиолаборатории М. А. Бонч-Бруевичу письмо, в котором писал:

«Пользуюсь случаем, чтобы выразить Вам глубокую благодарность и сочувствие по поводу большой работы радиоизобретений, которую Вы делаете. Газета без бумаги и «без расстояний», которую Вы создаете, будет великим делом. Всяческое и всемерное содействие обещаю Вам оказывать этой и подобным работам.

С лучшими пожеланиями В. Ульянов (Ленин)».

Только недавно стало известно, что В. И. Ленин специаль-

но приезжал в феврале 1920 года на Ходынскую радиостанцию, чтобы послушать радиотелефонную передачу из Нижнего Новгорода*. Вскоре (17 марта 1920 года) по предложению В. И. Ленина Советом Труда и Обороны на Нижегородскую радиолабораторию было возложено новое ответственное задание по строительству в Москве центральной радиотелефонной станции «с радиусом действия в две тысячи верст».

Нижегородская радиолаборатория выполнила задание правительства. В августе 1922 года была завершена в Москве постройка 12-киловаттной радиовещательной станции имени Коминтерна, в то время крупнейшей в Европе. С тех пор и до настоящего времени наша страна занимает одно из первых мест в мире и первое место в Европе по мощности своих радиостанций.

Вслед за постройкой Московской радиостанции было построено 27 радиовещательных станций мощностью по 1,2 *квт*, также разработанных коллективом радиолаборатории.

Дважды награжденная орденом Трудового Красного Знамени, Нижегородская радиолаборатория выросла по сути дела в крупный радиотехнический институт государственного значения. Здесь был налажен серийный выпуск приемных радиоламп, разработаны мощные генераторные лампы для радиовещательных станций, проведены интересные работы с короткими волнами, изобретен электронный осциллограф.

Нижегородская радиолаборатория организовала первый радиотехнический съезд, проводила широкую техническую консультацию для радиолюбителей, осуществляла издание научно-технических журналов «Телеграфия и телефония без проводов» и «Радиотехник». Издательская деятельность, содействие изобретательству и даже составление учебных программ для подготовки кадров в области радио — все это предусматривалось положением о радиолаборатории, которое редактировал лично В. И. Ленин. Не замкнутое научное учреждение видел в радиолаборатории великий вождь пролетариата, а активное содружество научных работников с широкими массами всех радиотехников и изобретателей страны.

В. И. Ленин считал радиотелефон делом **гигантски важным**, с помощью которого **«...вся Россия будет слышать газету, читаемую в Москве».**

В. И. Ленин мечтал о митинге с миллионной аудиторией, осуществленном с помощью радио.

Заветы В. И. Ленина начали быстро осуществляться. Был

---

* «У истоков советской радиотехники». Сборник воспоминаний работников Нижегородской радиолаборатории имени В. И. Ленина. Горьковское книжное издательство, 1959 г., стр. 34.

создан трест заводов слабого тока с Центральной радиолабораторией в Ленинграде (в нее впоследствии частично влилась Нижегородская радиолаборатория). Началось строительство новых больших радиозаводов и расширение существующих.

28 июля 1924 года было издано постановление Совета Народных Комиссаров СССР «О частных приемных радиостанциях». В этом постановлении указывалось: «В целях более широкого использования населением радиосвязи для хозяйственных, научных и культурных потребностей, содействия развитию радиопромышленности и насаждению радиотехнических знаний в стране Совет Народных Комиссаров Союза ССР постановляет: предоставить частным организациям и лицам право устройства и эксплуатации приемных радиостанций. Лицам, получившим разрешение на устройство и эксплуатацию радиостанций, разрешается самим изготовить кустарным способом приемное устройство...» *

Это постановление положило начало широкому развитию радиовещания, радиофикации и радиолюбительства.

Строились новые радиостанции, начался выпуск радиоприемников, тысячи людей самых разных возрастов и профессий стали строить себе приемники, изучать основы радиотехники. Создавались кружки для изучения радиотехники, организовалось Общество друзей радио, начали издаваться книги и журналы по вопросам радиотехники.

В сентябре 1924 года началось регулярное радиовещание через вновь выстроенную радиостанцию в Сокольниках. Здесь А. Л. Минц, ныне академик, Герой Социалистического Труда, и И. Г. Кляцкин построили ряд радиотелефонных передатчиков, причем последний — имени Попова, пущенный в эксплуатацию в 1926 году, — имел мощность 20 *квт* и был в то время самым крупным в мире. Он уступил первенство 40-киловаттной радиовещательной станции имени Коминтерна, построенной в 1927 году в Москве М. А. Бонч-Бруевичем и А. М. Кугушевым.

В 1929 году открылась 100-киловаттная радиовещательная станция имени ВЦСПС — первая станция, построенная новой организацией — бюро мощного радиостроения, возглавлявшегося А. Л. Минцем.

Большим событием в развитии советской радиотехники и радиопромышленности было сооружение в 1932 году 500-киловаттной радиовещательной станции, 120-киловаттной коротковолновой вещательной радиостанции в 1938 году и постройка в годы Великой Отечественной войны самой мощной в мире радиовещательной средневолновой радиостанции мощностью 1200 *квт*.

---

* Газета «Известия» от 9 сентября 1924 г.

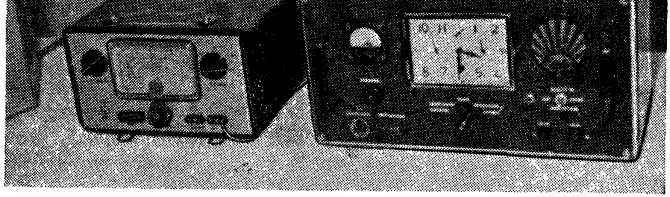
Быстрое развитие радиотехнической промышленности в СССР создало необходимые условия для широкого развития радиофикации страны, радиовещания и радиосвязи.

Огромную роль сыграла наша советская радиотехника в годы Великой Отечественной войны. С первых же дней войны радио стало основным средством связи во всех боевых действиях против фашистских захватчиков. Наша радиопромышленность снабдила Советскую Армию, Военно-Морской Флот и Военно-Воздушные Силы необходимыми средствами радиосвязи, радионавигации и радиолокации.

Была проделана огромная работа по подготовке и переподготовке радиотехнических кадров различных специальностей. Героическая, самоотверженная работа наших радистов помогала четкому управлению войсками. Тысячи наших военных радистов получили за свою боевую работу правительственные награды, а многие из них удостоены высокого звания Героя Советского Союза.

Внимание Коммунистической партии и Советского правительства к радиоэлектронике обеспечило ее быстрое развитие, особенно в последние годы. За последние шесть лет радиоприемная сеть выросла почти в три раза и составляла к концу 1959 года 53,9 млн радиоточек и радиоприемников.

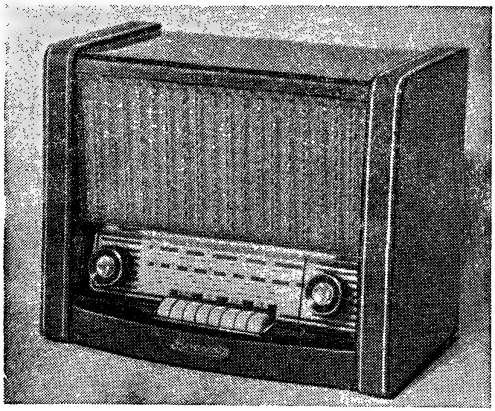
Радиофикация городов в основном уже завершена. Огромные успехи достигнуты в области сельской радиофикации. Близится время, когда ни один колхозный двор не останется



Колхозный радиоузел КРУ-50, собранный на полупроводниках. В комплект радиоузла входит радиоприемник и усилитель на 50 *вт*. Часы с двухнедельным заводом и автоматом включения и выключения делают ненужными дежурства на радиоузле

без радио. Если в 1954 году было радиофицировано всего лишь 18 процентов колхозных дворов, то к 1 января 1960 года радиофицировано уже свыше 70 процентов.

Для нужд сельской радиофикации началось массовое ис-



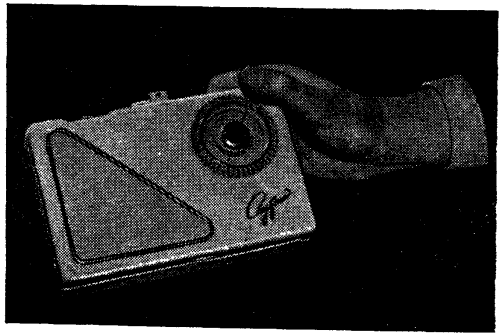
Радиоприемник «Восход». В схеме этого супергетеродина работают восемь транзисторов. Питание осуществляется от четырех элементов «Сатурн». На Всемирной выставке в Брюсселе «Восход» вместе с приемниками «Спутник» и «Сюрприз» удостоен золотой медали

пользование энергии ветра; эту задачу решают ветроэлектрические агрегаты. Создана оригинальная и очень простая гирляндная гидроэлектростанция, состоящая из мелких турбин — гидровинтроторов, нанизанных в виде гирлянды на тросе, переброшенном через реку. Трос играет здесь роль вала, вращательное движение которого передается к генератору. Такая ГЭС может работать на самых мелких речках, лишь бы глубина была более 25 *см*, а скорость течения выше 1 *м/сек*. Сооружение гирляндной ГЭС обходится дешевле всех существующих электростанций в расчете на киловатт мощности *.

Все более и более расширяется использование полупроводниковых термогенераторов, применяемых в качестве источников питания ламповых приемников и даже маломощных передатчиков в местах, где отсутствуют электрические сети. Для нагрева термогенераторов применяются керосиновые лампы, керогазы и т. д.

Большую роль в сельских неэлектрифицированных местностях призваны сыграть радиоприемники, работающие на полупроводниковых триодах (транзисторах). Они потребляют очень мало электрической энергии, работая по нескольку месяцев от батарейки карманного фонаря или простейших самодельных гальванических элементов.

* Описание этой электростанции помещено в журнале «Радио» № 1 за 1960 г.



Карманный транзисторный радиоприемник «Спутник»

Митинг с многомиллионной аудиторией, о котором мечтал В. И. Ленин, создан. Пройдет еще несколько лет, и все советские люди будут включены в великий ленинский митинг посредством радиовещания.

Газета без бумаги и «без расстояний» стала мощным средством коммунистического воспитания. Сегодня Москва — один из крупнейших центров радиовещания. Столичные радиостанции передают свыше 600 тысяч слов текста в сутки и до 50 концертов. Только на долю «Последних известий» приходится более 200 тысяч различных сообщений в год.

Все местные радиостанции ежедневно ретранслируют Москву и передают свои материалы. Радиовещание для народов Советского Союза ведется на 60 языках.

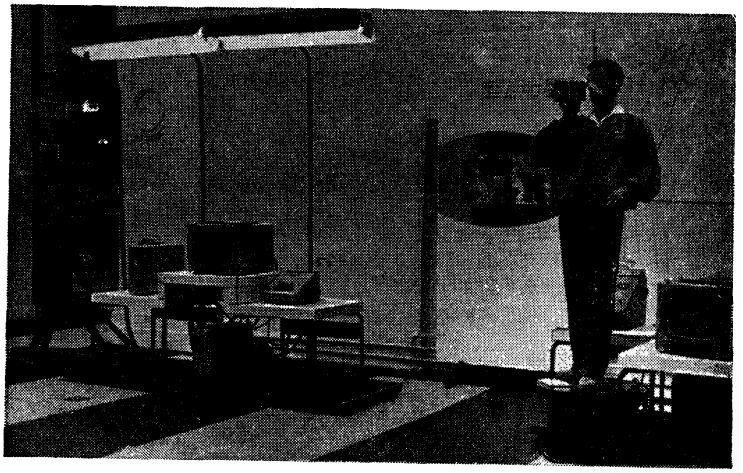
Весьма быстрыми темпами растет и развивается наша радиопромышленность. За десять лет, с 1948 по 1957 год, она увеличила выпуск изделий в 18 раз. Уже в 1958 году наша радиопромышленность выпускала миллионы радиоприемников, десятки миллионов полупроводниковых приборов, сотни миллионов радиоламп и около одного миллиарда различных радиодеталей. Электровакуумная промышленность выпускает около 1500 типов электронных приборов.

Наряду с гигантским ростом радиосвязи и радиовещания быстро развивается телевидение.

Первые в мире предложения по созданию высококачественного электронного телевидения сделал еще в 1907 году наш соотечественник Б. Л. Розинг.

И хотя телевидение значительно моложе радио, Москва становится не только центром радиовещания, но и центром телевидения.

В стране к 7 мая 1961 года работало 108 телевизионных центров и 200 ретрансляционных станций.



Зал телевизионной аппаратуры в павильоне «Радиоэлектроника и связь» на Выставке достижений народного хозяйства СССР

Многие телецентры, ведущие регулярные передачи московских программ, связаны с Москвой радиорелейными линиями. Эти линии занимают промежуточное положение между радио и проводной связью. Они, подобно эстафете, могут пронести радиосигналы за многие тысячи километров. Расположенные цепочкой приемно-передающие радиостанции, управляемые посредством реле, принимают сигналы от предыдущей и передают их на следующую станцию. Промежуточные станции устанавливаются через каждые 50—60 *км,* они имеют мачты-башни высотой 50—70 *м.* Радиорелейные линии позволяют вести сотни одновременных телефонных разговоров или несколько телевизионных программ. Работают они на дециметровых и сантиметровых волнах. Сооружение сети радиорелейных линий позволит связать между собой телецентры ряда союзных республик, а их в свою очередь со строящимся Большим московским телецентром.

Наше телевидение с весны 1961 года вышло на мировую арену. Встречу в Москве первого в мире космонавта Ю. А. Гагарина и первомайский парад ретранслировали телецентры 15 стран Европы.

* * *

Радиоэлектроника буквально в течение двух последних десятилетий переросла рамки обычного применения в радиосвязи, радиовещании и телевидении.

Появились новые ее области: радиолокация и радионавигация. Первая основана на том, что радиоволны, посланные узким направленным пучком, отражаются от того или иного препятствия, встреченного ими на пути, и возвращаются обратно. Принимая отраженные волны, можно определить расстояние до отражающего объекта, его местонахождение, движение и другие данные. С помощью радиолокационных установок можно определить местонахождение самолетов, кораблей и многих других объектов.

Радионавигация объединяет различные радиотехнические методы вождения судов и самолетов. Ее задача — выбор правильного курса и определение географических координат морского или воздушного корабля с помощью радиоволн. Для этого служат радиокомпасы, радиомаяки, радиовысотомеры и радиопеленгаторы.

Стоит сегодня побывать в пилотской кабине транспортного самолета, подняться в радиорубку морского корабля, чтобы убедиться, как много места отведено там радиоприборам.

Широким фронтом ведутся работы по развитию радиотелемеханики, или радиотелеуправления, т. е. управления механизмами на расстоянии с помощью радиоволн. По почину известного механизатора Логинова осуществляется управление тракторами по радио. Один тракторист управляет не только своим трактором, как обычно, а еще одним-двумя агрегатами, движущимися впереди. В Новосибирском институте связи создана радиоинтерференционная система автоматизации квадратно-гнездового способа посадки различных сельскохозяйственных культур без мерной проволоки.

Радиоэлектроника проникла во все области науки, техники, промышленности и транспорта, во все области нашей жизни и с каждым днем приносит все новые и новые достижения.

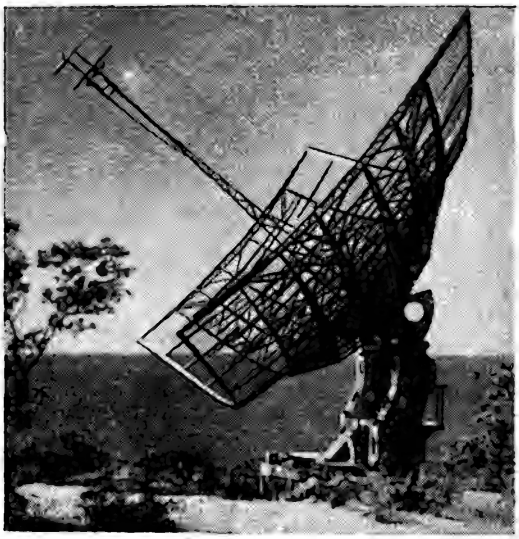
Менее четверти века прошло с тех пор, как начались систематические исследования радиоизлучения от источников, находящихся за пределами Земли, а уже имеется новая большая область астрономии — радиоастрономия. Она занимается исследованием космического радиоизлучения с помощью радиотелескопов — специальных очень чувствительных приемных устройств с большими антеннами.

Имеются уже радиотелескопы с диаметром 75 *м*. Разрабатываются проекты строительства радиотелескопов с диаметром 250—300 *м*. Создана сверхчувствительная приемная аппаратура. Разработаны высокочувствительные усилители нового типа, так называемые молекулярные усилители (за выдающиеся успехи в этой области советским ученым Н. Г. Басову и А. М. Прохорову в 1959 году присуждена Ленинская премия).

Многие космические тела (например, солнечная корона и некоторые туманности) очень слабо излучают видимый свет,

но их радиоизлучение обнаруживается легче. С другой стороны, световые лучи от удаленных тел при распространении в космосе значительно ослабляются в связи с рассеянием света на космической пыли. Радиоволны этого рассеяния не испытывают и поэтому проходят огромные расстояния.

Вот почему радиоастрономия позволила «заглянуть» в далекие галактики и достигла уже многих крупных успехов в изучении вселенной.



Радиотелескоп для приема излучений Солнца и Галактики на волнах от 20 *см* и длиннее

Современная метеорология немыслима без радиотехники. Все сведения о погоде от метеостанций, расположенных в самых различных пунктах нашей страны, передаются по радио в Центральное бюро погоды, где они обрабатываются, а затем на основе их составляются предсказания (прогнозы) погоды, передаваемые через радиостанции.

Правильное предсказание погоды имеет огромное значение для авиации, сельского хозяйства, морского транспорта, да и для всей нашей жизни. Метеорологические станции наблюдают погоду только на поверхности земли, но для более точного предсказания погоды важно знать состояние воздуха на значительной высоте над землей. Здесь на помощь метеорологии опять-таки пришла радиоэлектроника.

В высокие слои атмосферы поднимаются созданные со-

ветскими учеными радиозонды, представляющие собой воздушные шары, к которым прикрепляются метеорологические приборы для измерения температуры, давления, влажности и других показателей состояния воздуха. Каждый радиозонд, кроме этих приборов, имеет миниатюрный передатчик, автоматически передающий особыми сигналами показания метеорологических приборов. На земле эти сигналы принимаются и расшифровываются. Таким образом, в течение всего полета радиозонда вверх можно следить за состоянием атмосферы. Передатчик современного радиозонда умещается в спичечном коробке, а сигналы его слышны за 100 *км*.

Выяснилось также, что очень короткие волны интенсивно отражаются от капель воды. Поэтому для обнаружения туч и грозовых облаков применяют радиолокационные станции, работающие на волне около 3 *см*, а для наблюдения за туманом и мелкими облаками — станции миллиметрового диапазона. Специальные радиолокационные станции кругового обзора применяются для наблюдения за формированием и движением облаков.

Появились электронные математические машины, которые неизмеримо увеличили возможности человека в области умственного труда. Благодаря им теперь решаются такие задачи, которые раньше считались неразрешимыми главным образом по тому количеству труда, которое надо было вложить для их решения.

В литературе часто приводят следующий очень наглядный пример возможностей, которыми располагают эти «умные машины». Для составления карт по данным геодезических съемок местности приходится решить систему из 800 уравнений. Для решения этой задачи надо произвести 250 млн. арифметических действий. На это десяти вычислителям потребовалось бы 40 лет. А на электронной машине БЭСМ в Академии наук СССР эту задачу решили за 20 часов!

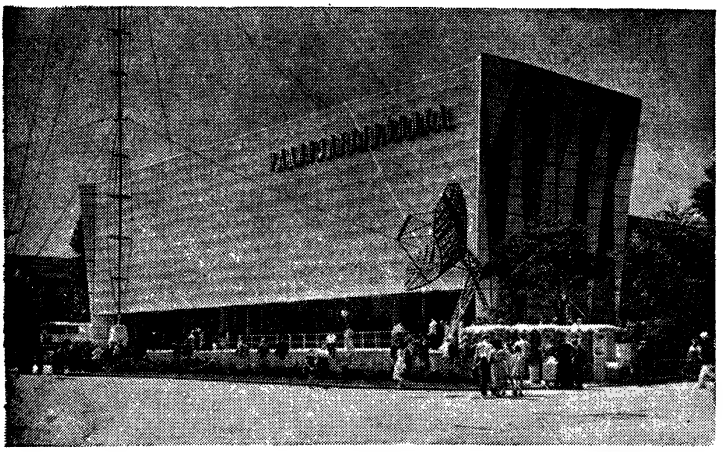
К электронным вычислительным машинам относятся также и так называемые «управляющие» машины.

Во время определенного производственного процесса они принимают показания измерительных приборов и по заданной программе не только делают необходимые вычисления, но и подают команды, основанные на этих вычислениях, механизмам, которые ведут производственный процесс.

Радиоволны являются одним из мощных средств геологической разведки и позволяют обнаруживать глубоко в земле рудные месторождения.

Многие радиотехнические приборы используются в медицине для лечения некоторых заболеваний и для проведения различных важных исследований.

Кино, которое было долгое время «великим немым», заговорило благодаря радиоэлектронике, так как запись зву-



Павильон «Радиоэлектроника и связь» на Выставке достижений народного хозяйства СССР

ка в кинофильме и его воспроизведение осуществляют с помощью радиоусилителей, громкоговорителей и других радиоприборов.

Радиоэлектроника проникла во многие отрасли науки, техники и промышленности. Применение радиотехнических методов позволяет совершать подлинно техническую революцию в ряде отраслей промышленности.

Наглядным примером этому может служить высокочастотная закалка. Веками люди мечтали о таких инструментах, чтобы они были очень твердыми и в то же время не боялись ударов, т. е. не были бы хрупкими. Люди научились хорошо закаливать стальные предметы. Инструменты имели отличные режущие свойства и очень твердую поверхность, но при этом стальное изделие прогревалось на всю глубину и приобретало хрупкость. Надо было найти такой способ получения высококачественного инструмента, при котором можно было бы прогреть для закалки только тонкий слой его поверхности, а внутренние части инструмента оставались бы холодными.

Эту задачу решили с помощью токов высокой частоты, которые не способны проникнуть в глубь металла. Они циркулируют на поверхности в пределах долей миллиметра, но при достаточных мощностях генератора могут этот поверхностный слой металла раскалить до белого каления. Раскаленные таким образом детали опускают затем в воду. Поверхност-

ный слой их оказывается отлично закаленным и может работать в качестве резца, а внутренние части уже не станут хрупкими, останутся «сырыми» и предохранят инструмент от поломок.

Следует сказать также, что высокочастотная закалка во много раз ускоряет процесс. На закалку даже крупных деталей, как, например, коленчатый вал двигателя, требуется всего несколько минут. Не удивительно, что теперь мощность высокочастотных установок, применяемых в нашей промышленности для высокочастотной закалки, значительно превышает мощность всех наших радиостанций.

Основная заслуга в развитии этой отрасли радиоэлектроники принадлежит советским ученым, среди которых следует назвать В. П. Вологдина, Г. И. Бабата и М. Г. Лозинского.

Генераторы высокой частоты применяются не только для закалки, но и для плавки металлов.

Первый в мире расплавил металл токами высокой частоты Н. Д. Папалекси (впоследствии член Академии наук СССР). Теперь высокочастотные печи очень широко используются в производстве высококачественных сталей, магнитных и тугоплавких сплавов.

Высокочастотный нагрев применяется в гончарном и керамическом производстве, в сотни раз ускоряя сушку изделий. Только здесь нагрев осуществляется не в магнитном поле катушки генератора, а в электрическом поле конденсатора. С помощью токов высокой частоты производят сварку, вулканизируют автомобильные шины, сушат чай, табак и дерево. В деревообделочном производстве сушка всегда требовала много времени, чтобы дерево не коробилось. Для того чтобы высушить дубовый брусок размером 10×10 *см,* его приходится выдерживать в сушилке 100 дней. Сушка березы в печах занимает примерно 350 часов.

С помощью токов высокой частоты дубовые бруски высыхают за несколько часов, а березовые за 30 минут. При этом древесина становится более прочной, чем после обычной сушки.

Огромные возможности для науки и медицины открыл электронный микроскоп. За три столетия со дня своего изобретения оптический микроскоп достиг увеличения в 1500—2000 раз. А электронный микроскоп дает увеличение в несколько десятков тысяч раз и позволяет разглядеть крупные молекулы. Недавно создан еще более совершенный прибор — электронно-ионный проектор. Давая увеличение в 1—2 млн. раз, он позволил человеку увидеть атомы кислорода и бария.

Во многих областях промышленности используются электронные приборы, предназначенные для выполнения определенных операций. Они производят точнейшую калибровку

изделий, сортируют изделия по величине и цвету, считают продукцию.

Электронные металлоискатели предохраняют машины, дробящие руду, от попадания в них металлических предметов.

Огромную роль играет радиоэлектроника в изучении и использовании энергии атомного ядра. Чтобы изучать процессы, которые происходят в ядре атома, надо воздействовать на ядро и затем наблюдать за результатами такого воздействия. Способом воздействия на ядро атома является бомбардировка его ядрами или электронами других атомов. Но для этого бомбардирующее ядро должно обладать большой скоростью. А чтобы разогнать ядро или электрон для бомбардировки, надо иметь приборы, в которых ядра и электроны увеличивали бы свою скорость. Такие приборы называют ускорителями заряженных частиц. Это — сложные сооружения весьма больших размеров. Они носят название циклотронов, фазотронов и синхрофазотронов.

Величайшим достижением советской радиоэлектроники является создание радиоэлектронной части крупнейшего в мире синхрофазотрона в 10 млрд. электроновольт, проведенное под руководством академика А. Л. Минца.

7 октября 1957 года в СССР был запущен первый в мире искусственный спутник Земли. Эта дата положила начало новой эры — завоеванию космоса. В космическом пространстве на втором искусственном спутнике уже побывало живое существо.

Третий советский искусственный спутник, размеры которого не уступали легковому автомобилю (выведен на орбиту 15 мая 1958 года), а вес одной только научной аппаратуры с источниками питания составил 968 *кг*, явился новым триумфом советской науки. В 1959 году мы запустили три космические ракеты. Первая стала искусственной планетой, вторая — достигла Луны и доставила вымпел СССР на ее поверхность, третья — позволила сфотографировать невидимую с Земли сторону Луны.

Запуском первого космического корабля-спутника в мае 1960 года началась экспериментальная отработка и проверка надежности систем кораблей-спутников для полета человека.

19 августа 1960 года был запущен второй советский космический корабль весом в 4600 *кг* и 20 августа благополучно вернулся на Землю со всеми своими живыми обитателями.

4 февраля 1961 года был успешно выведен на орбиту тяжелый советский спутник Земли весом 6483 *кг*, а 12 февраля весь мир облетела весть о новой дерзновенной победе советской науки и техники — запуске космической ракеты к планете Венера.

Трудно переоценить роль радиоэлектроники во всех этих всемирно исторических победах советской науки и техники.

12 апреля 1961 года отважный сын нашей Родины пилот-космонавт Юрий Алексеевич Гагарин совершил за 108 минут стремительный и триумфальный космический полет вокруг Земли на корабле-спутнике «Восток».

Советский народ открыл человечеству пути проникновения во Вселенную и к овладению богатствами новых миров.

Радиоаппаратура дала возможность впервые в истории установить прямую двустороннюю связь Космос — Земля.

Радиоэлектронные средства входили в системы управления космическим кораблем, в оборудование, необходимое для жизнедеятельности человека, они составляли основу радиотелеметрических систем. Уникальное электронное оборудование было задействовано на наземных станциях и вычислительном центре. В последнем обрабатывалась информация на электронных счетных машинах, что давало возможность в процессе полета получать сведения об основных параметрах орбиты корабля и давать прогнозы его движению.

«Роль радиоэлектроники в освоении космоса — огромна», — заявил Ю. А. Гагарин, обращаясь к читателм журнала «Радио».

С каждым днем растет значение радиоэлектроники и в других отраслях познания мира, в строительстве коммунизма. Так предусмотрено семилетним планом.

Характерной особенностью семилетнего плана развития народного хозяйства является предусмотренное им широкое внедрение радиоэлектронной аппаратуры в самые различные отрасли народного хозяйства.

Победоносное строительство коммунистического общества влечет за собой гигантский рост науки, техники, культуры и производительных сил, что даст нам новые, еще более замечательные достижения в области радио.

Глава вторая

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ДВИЖЕНИЕ В СССР

РАЗВИТИЕ И ЗНАЧЕНИЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВА

Советское радиолюбительство зародилось в 1922—1923 годах. Оно получило свои первые всходы на основе деятельности Нижегородской радиолаборатории, где трудами проф. М. А. Бонч-Бруевича закладывался фундамент ленинской «газеты без бумаги и без расстояний» и велась широкая пропаганда радиотехнических знаний.

После издания постановления правительства «О частных приемных радиостанциях» в 1924 году радиолюбительство охватило широкие круги трудящихся, стало массовым движением и показало свойственную только советской стране общественную активность. Оно сразу же проявило себя большой общественной силой в области радиофикации страны и в развитии техники радиовещания, способной решать такие государственные задачи, как мобилизация сил и средств для строительства радиовещательных станций и роста приемной радиосети в городе и на селе.

Такого целеустремленного, широкого развития радиолюбительства не знала ни одна страна в мире. В СССР радиолюбительство явилось выражением понимания народом великого политического и культурного значения радио как средства общения трудящихся, их воспитания и культурного развития.

С каждым годом развития радиотехники и радиовещания все новые и новые массы трудящихся, независимо от их возраста, профессии и образовательного уровня, проявляли горячий интерес к технике радио. И в каждой новой волне радиолюбителей выделялись наиболее увлекающиеся и способные конструкторы и экспериментаторы, становившиеся затем радиоспециалистами-практиками с широким техническим кругозором, обладавшие настойчивостью и мастерством, свойственным людям, глубоко любящим свое дело. Именно эту сторону радиолюбительства и подчеркивал покойный академик С. И. Вавилов, когда говорил, что «ни в одной области человеческих знаний не было такой массовой общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий». С. И. Вавилов отметил и особые, свойственные только нашему советскому радиолюбитель-

ству черты, сказав, что оно носит в себе служение своей Родине, ее техническому процветанию и культурному развитию.

Забота партии и правительства о радиолюбительстве и огромное тяготение трудящихся масс к радио создавали плодотворную почву для развития советского радиолюбительства.

В своих домашних скромных лабораториях, радиокружках и ячейках Общества друзей радио тысячи пытливых экспериментаторов строили приемники С. И. Шапошникова и одноламповые регенераторы, собирали конденсаторы из станиоля и самодельные батареи, а затем забирались на колокольни и фабричные трубы, чтобы повыше подвесить антенну.

Не было ни одного предложения или схемы, помещенной в журнале «Радиолюбитель» (ныне журнал «Радио»), которые не получили бы десятки откликов и встречных предложений. Радиолюбители жадно впитывали все новое, учились по журналам и книгам, монтировали и переделывали схемы радиоприемников и усилителей и приобретали вторую профессию радиотехников-практиков.

Радиолюбители Москвы были первыми радиофикаторами Московской губернии, установив под руководством работников радиостанции МГСПС свыше двухсот радиоустановок коллективного пользования в избах-читальнях.

Опыт радиофикации, проведенной москвичами, был затем подхвачен в 1925—1926 годах радиолюбительскими организациями по всей стране. Тысячи радиоприемников были установлены на селе силами радиолюбителей.

Радиолюбительство становилось школой подготовки ценных кадров для нужд радиофикации и для радиопромышленности. А когда массовый рост радиотрансляционных узлов в стране потребовал техников для их обслуживания, — их дала эта замечательная школа. Тому, что все радиоузлы бесперебойно работали, росли количественно, обрастали новыми тысячами радиоточек, они были обязаны настойчивым и трудолюбивым радиотехникам-практикам, выросшим из числа радиолюбителей.

Кстати говоря, радиолюбители были инициаторами проволочной радиофикации и создателями первых радиотрансляционных узлов. Они же первыми осуществили радиофикацию поездов, вокзалов и сортировочных горок.

Радиолюбительские организации в Ленинграде, Туле, Воронеже, Курске, Ростове, Саратове, Новосибирске, Томске, Барнауле и в ряде других городов создали радиомастерские, курсы и даже учебные комбинаты по подготовке специалистов для нужд радиофикации.

В Москве, Туле, Харькове, Киеве из радиолюбительских радиомастерских выросли крупные радиозаводы.

Можно только поражаться инициативе и энергии радио-

любительских коллективов, строивших радиостанции во многих городах страны и проводивших различные работы по радиофикации.

В Актюбинске (Казахская ССР), например, радиолюбители в 1926 году сумели путем проведения целого ряда общественных мероприятий изыскать средства и построить своими силами в течение трех месяцев радиовещательную станцию со студией. За городом был построен выделенный приемный пункт для трансляции московских передач.

Бригадой радиолюбителей-такелажников были установлены две пятидесятиметровые мачты для радиостанции и две сорокаметровые — на выделенном пункте.

Группа ленинградских радиолюбителей построила на заводе имени Егорова гигантский по тем временам электродинамический громкоговоритель, имевший рупор длиной 6 *м*. В Октябрьские дни 1930 года он был установлен на одном из зданий площади Урицкого и обслуживал демонстрацию трудящихся Ленинграда. Его работа была слышна за 10 *км*.

Начавшееся с 1925 года увлечение радиолюбителей короткими волнами привело к тому, что в течение двух-трех лет небольшой отряд в несколько сот первых советских коротковолновиков провел достойную удивления работу по внедрению коротковолновой радиосвязи в различные отрасли народного хозяйства.

Обладавшие исключительной общественной активностью, хорошо организованные, наиболее технически грамотные среди радиолюбителей, фанатически преданные любимому делу, коротковолновики со своими простыми, дешевыми и в то же время отлично работавшими в их руках самодельными радиостанциями делали большие дела.

Они первыми применили (Н. А. Байкузов, М. Липманов и др.) короткие волны в воздухоплавании и в гражданской авиации, в Арктике (Э. Т. Кренкель), на маневрах частей Красной Армии, в морском торговом флоте и в различных экспедициях Академии наук СССР от Чукотки до Памира и от Балтики до пустыни Кара-Кум.

В кругосветных плаваниях, в поездах, на самолетах и аэростатах, в экспедициях и туристских походах они практически демонстрировали преимущества связи на коротких волнах.

Коротковолновики были инициаторами применения радиосвязи в сельском хозяйстве. По их инициативе появились в МТС и совхозах «Малые политотдельские радиостанции», на смену которым затем пришли тысячи радиостанций «Урожай».

Радиолюбители, посвятившие свой досуг работе в области ультракоротких волн, первыми осуществили УКВ связь на железнодорожном и автомобильном транспорте, применили

УКВ в борьбе с лесными пожарами, в планерном спорте и для радиорепортажа.

Немало способствовали радиолюбители и прогрессу звукозаписи, дав ряд ценных предложений и оригинальных конструкций звукозаписывающих аппаратов.

За несколько лет до Великой Отечественной войны радиолюбительство стало мощным движением, помогавшим радиофицирующим организациям. К тому времени опытные радиолюбители перешли от копирования радиоаппаратуры, описание которой публиковалось в журналах, к самостоятельному конструкторскому творчеству. Этому способствовали всесоюзные заочные радиовыставки, проводившиеся с 1935 года, которые стимулировали интерес к конструкторской работе среди радиолюбителей и стали средством широкого обмена опытом между ними.

Во время Великой Отечественной войны тысячи радистов, вышедших из рядов радиолюбителей, были награждены орденами и медалями за доблесть, мужество и отличное выполнение боевых заданий в результате своего высокого мастерства и умелого обращения с аппаратурой.

Многие коротковолновики стали отличными радистами в партизанских отрядах.

В своей книге «Радио — могучее средство обороны страны» Маршал войск связи И. Т. Пересыпкин рассказывает о многих радиолюбителях, ставших радистами Советской Армии и показавших примеры доблести на фронтах Великой Отечественной войны.

Известный радиолюбитель-конструктор Г. А. Бортновский был начальником походной радиомастерской, смонтированной им в автомобиле. Она была настоящей «скорой радиопомощью» на фронте. «Замечательная работа Бортновского, — пишет И. Т. Пересыпкин, — отмечена двумя высокими правительственными наградами. Таких примеров можно привести немало. Многие коротковолновики успешно руководили организацией радиосвязи в крупных соединениях Советской Армии».

В военное время организации Осоавиахима подготовили десятки тысяч радистов для фронта и тыла.

Воспитанница Ташкентской школы связи Осоавиахима Елена Стемпковская добровольно ушла на фронт в качестве радистки. Она участвовала в боях под Сталинградом. Шесть суток подряд, находясь в единственной хате, уцелевшей на хуторе Зимовный, она обеспечивала связь своего батальона со штабом полка. Под ураганным пулеметным и минометным огнем противника она держала связь до последней минуты и оказалась отрезанной от своих, попала в плен. Подвергнутая жестокому допросу, она не выдала военной тайны и погибла, замученная фашистами. Ей было посмертно присвоено звание

Героя Советского Союза. Этого высокого звания удостоен также воспитанник Осоавиахима радиолюбитель Михаил Кравцов.

В последние дни войны, в день взятия Берлина доблестной Советской Армией, правительство вынесло постановление об ознаменовании пятидесятилетия со дня изобретения радио А. С. Поповым и об установлении 7 мая Дня радио. В нем подчеркивалась необходимость «поощрения радиолюбительства среди широких слоев населения».

В настоящее время массовым радиолюбительским движением в нашей стране руководит Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту (ДОСААФ). Во многих городах страны имеются радиоклубы ДОСААФ, ставшие центрами радиолюбительской учебы и конструкторско-исследовательской деятельности. Большую работу проводит среди радиолюбителей Центральный радиоклуб ДОСААФ (Москва).

Радиоклубы объединяют радиолюбительский актив, руководят работой радиокружков, организуют курсы, ведут пропаганду радиотехнических знаний среди населения.

Теперь к штатным радиоклубам прибавилось большое число самодеятельных клубов, организуемых по инициативе радиолюбительского актива на заводах и на фабриках, в высших учебных заведениях и в техникумах. На предприятиях, в колхозах, учреждениях, школах, при клубах и домах культуры работают тысячи радиолюбительских кружков ДОСААФ. В них изучаются основы радиотехники и конструируется радиоаппаратура.

Все более широкие размеры принимает радиолюбительская работа в школах. В свете задач, поставленных партией о политехническом обучении, радиолюбительство приобретает особенно большое значение. Оно требует знания физики, электротехники, прививает любовь к ремеслу, дает практические навыки в обращении с инструментами, воспитывает настойчивость, умение преодолевать трудности.

Это обеспечивает советскому радиолюбительству еще большую массовость и дальнейшее развитие. Широк диапазон интересов и разнообразны области радиоэлектроники, в которых работают советские радиолюбители. Они и спортсмены, и конструкторы, и исследователи, своими массовыми наблюдениями помогающие науке. Достаточно сказать, что только во время наблюдений за первыми двумя искусственными спутниками Земли добровольную вахту около своих радиоприемников несли 10 тысяч радиолюбителей-досаафовцев.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО НА СЕЛЕ

В первые годы после окончания Великой Отечественной войны на Украине, в селе Тетлега, Чугуевского района, Харьковской области, школьный радиокружок, которым руководил

учитель физики И. В. Колпащиков, стал инициатором важного патриотического движения. Кружок начал с того, что радиофицировал избирательный участок, который помещался в школе. Здесь был установлен радиоприемник, а громкоговорители, кроме школы, находились в сельсовете и на площади.

Этот небольшой радиоузел работал бесперебойно, но каждому кружковцу хотелось слушать радио и у себя дома. Учитель сделал детекторный приемник и продемонстрировал его на занятиях. Такие приемники решили сделать для себя все кружковцы. Не хватало деталей, но радиолюбители не унывали и приспосабливали для своих приемников гильзы от патронов малокалиберной винтовки, катушки от ниток, жесть от консервных банок и проволоку от трофейных телефонных аппаратов. Научились мастерить детекторы и самодельные кристаллы для них.

И когда на первых семи домах села Тетлега появились антенны, а юные радиолюбители стали слушать передачи из Харькова и Киева, радио заинтересовало не только школьников, но и взрослых колхозников. В школьный комитет комсомола, к И. В. Колпащикову, к старшему пионервожатому стали обращаться десятки колхозников и рабочих лесничества с просьбой сделать приемники.

Спустя год в Тетлеге и в соседних с ним двух селах стояло уже 100 антенн, а еще через несколько месяцев работало 190 самодельных радиоприемников.

Радиокружок села Тетлега был премирован на Шестой Всесоюзной заочной радиовыставке, его руководитель И. В. Колпащиков награжден знаком «Почетный радист», а замечательное начинание радиокружка получило всесоюзную известность через газеты «Комсомольская правда», «Пионерская правда» и журнал «Радио».

Примеру украинского радиокружка в 1948 году последовали юные радиолюбители Московского Дома пионеров, изготовившие несколько сот детекторных приемников и установившие их в подшефных селах. Радиолюбители 429-й школы Сталинского района Москвы установили во время каникул в одном селе Уваровского района, Московской области 250 детекторных приемников. Шестьсот детекторных приемников, в том числе 300 самодельных, установили в своем районе радиолюбители Исаковской средней школы Вяземского района, Смоленской области. В начале 1948 года они обратились через областную газету «Рабочий путь» ко всем комсомольцам, пионерам и школьникам Смоленской области с призывом начать массовое изготовление детекторных приемников. Их призыв нашел горячий отклик во многих районах Смоленской области. Прекрасно была проведена агитация за распространение детекторных приемников в Вяземском районе при участии исаковских радиолюбителей. Здесь было установлено

1500 детекторных приемников. В конце 1949 года бюро Смоленского областного комитета партии обсудило и одобрило опыт работы радиокружка Исаковской средней школы Вяземского района.

Большую известность получил также радиокружок при семилетней школе в селе Долгое, Дедиловского района, Тульской области, изготовивший в 1949 году 154 детекторных и 30 ламповых радиоприемников и установивший их в своем районе.

Энтузиасты сельской радиофикации на Киевщине за несколько месяцев в 1949 году изготовили в радиокружках 9860 детекторных и 120 ламповых радиоприемников. Все они были установлены в домах колхозников.

Замечательную инициативу и энергию проявили комсомольцы-радиолюбители Полтавского района, Омской области. За пять месяцев они установили 4300 детекторных и 6 ламповых радиоприемников на территории своего района. Это послужило началом массовой радиофикации Омской области, где было затем установлено несколько десятков тысяч радиоприемников.

Теперь, когда семилетним планом намечено завершить радиофикацию села, когда на селе широкое распространение получает телевидение, радиолюбителям — непочатый край работы.

Они могут многое сделать для повышения технической культуры на селе, быстрейшего завершения радиофикации и широкого внедрения радиометодов в сельскохозяйственное производство. Но для этого нужно, чтобы ширились ряды сельских радиолюбителей, чтобы в каждом совхозе, колхозе, в каждой сельской школе были созданы радиокружки, любительские радиостанции, способные привить любовь к технике, объединить не только молодежь, но и всех, интересующихся радио и телевидением.

Многие комитеты ДОСААФ уже приступили к организации на селе не только радиокружков, но и самодеятельных радиоклубов и курсов по подготовке радиоспециалистов.

Члены Свердловского радиоклуба обратились с призывом к радиолюбителям Урала всемерно развивать радиолюбительство на селе. Активисты радиоклуба изготовили и передали колхозным организациям ДОСААФ десять комплектов коротковолновых радиостанций.

Организация ДОСААФ Галичского района, Костромской области взяла обязательство подготовить не менее трех радиоспециалистов на каждый колхоз.

В Тукумском районе Латвии оживлению радиолюбительской работы среди сельской молодежи много помог специальный семинар секретарей партийных, комсомольских организаций, проведенный в республиканском комитете ДОСААФ Лат-

вийской ССР. Участники семинара побывали в Рижском радиоклубе ДОСААФ, познакомились с деятельностью секции коротких и ультракоротких волн, с работой операторов коллективной радиостанции, с различной радиоаппаратурой, построенной членами клуба.

В Тукуме работает самодеятельный радиоклуб, который хорошо помогает развитию радиолюбительства на селе. Члены клуба организовали радиокружки в пяти сельских школах района, открыли три УКВ станции в сельской местности, провели вечера пропаганды радиотехнических знаний в колхозах и совхозах.

Радиолюбители — члены Уфимского радиоклуба шефствуют над двадцатью УКВ радиостанциями в совхозах и колхозах, которые установлены с помощью радиоклуба.

Известны многие факты, когда имеющиеся на селе радиостанции, радиоприемники и телевизоры работают с перебоями или совсем бездействуют. А там, где радиоприемники и телевизоры действуют, их подчас крутят все, кому не лень, работают они по неопределенной программе и никакой организационной работы вокруг них не проводится.

Боевая задача организаций ДОСААФ — ускорить и придать широкий размах подготовке радиоспециалистов для села, чтобы они могли не только обслуживать радиостанции, но и умели ремонтировать радиоприемники и телевизоры. А о задачах радиокружков на селе мы подробно расскажем в главе, посвященной сельскому радиокружку.

РАДИОСПОРТ

Спортивное начало заложено во всей увлекательной работе радиолюбителей-коротковолновиков и ультракоротковолновиков.

Каждый, кто садится за передатчик, стремится иметь как можно больше связей, найти самых дальних и редких корреспондентов, а потом получить красочные карточки-квитанции, подтверждающие эти удачные встречи в эфире. И это подлинный, очень азартный и увлекательный спорт. Здесь, как и в каждом спорте, часто проводятся различные соревнования и есть узаконенные чемпионы. Здесь можно участвовать в международных соревнованиях, никуда не выезжая за пределы не только своей страны, но и своего радиоклуба или собственной квартиры.

Ежегодно проводятся всесоюзные радиотелеграфные соревнования коротковолновиков, победителям которых присваиваются звания чемпионов.

Стали традиционными всесоюзные радиотелефонные соревнования коротковолновиков, привлекающие с каждым годом все большее и большее количество участников. Советские

коротковолновики принимают также участие в международных соревнованиях, добиваясь в них высоких результатов.

С 1955 года по инициативе редакции журнала «Радио» и на приз журнала проводятся всесоюзные соревнования женщин-коротковолновиков. Популярность этих соревнований с каждым годом растет.

В течение восьми лет действуют два вида постоянных соревнований советских коротковолновиков: по установлению радиосвязи с любительскими радиостанциями всех союзных советских республик (или приему их передач) в кратчайшее время, но не более 24 часов, и по проведению двусторонних радиосвязей (наблюдений) с любительскими радиостанциями наибольшего количества областей, краев и республик в кратчайшее время, но не более одного календарного года. С 1957 года введен третий вид постоянных соревнований на проведение двусторонних радиосвязей (наблюдений) с любительскими радиостанциями 10 районов СССР в кратчайшее время, но не более 48 часов.

В постоянных соревнованиях из года в год улучшаются рекорды, и то, что еще недавно казалось недосягаемым, осуществляется мастерами радиоспорта. Например, Г. Румянцев (Ленинград) в 1959 году во время IV Всесоюзных соревнований коротковолновиков установил новое всесоюзное достижение: за 12 часов он сумел связаться с радиостанциями 112 областей Советского Союза. В. Желнов (Пенза) установил в 1958 году новый всесоюзный рекорд, связавшись с коротковолновиками 15 союзных республик за 1 час 36 минут.

Все эти разнообразные соревнования позволяют коротковолновикам широко развивать внимание, точность, аккуратность, выдержку, изучать особенности различных диапазонов.

Ежегодно организуются всесоюзные соревнования радистов. Они проводятся в два тура. В первом туре тексты конкурсных передач передаются по радио через несколько десятков радиостанций, обеспечивающих возможность участия в конкурсе всем радистам в соревнованиях на личное первенство. Одновременно в радиоклубах эти тексты принимаются командами, по одной от каждого клуба, оспаривающими командное первенство. Контрольные радиограммы в первом туре передаются с разными скоростями.

По окончании передачи принятые тексты отправляются в Москву для установления первенства клубов и команд и определения кандидатов на участие во втором туре соревнований.

Во втором туре, проводимом в очном порядке обычно в Москве, сильнейшие радисты-спортсмены страны соревнуются теперь по шести видам приема и передачи радиограмм, в число которых входит прием на слух буквенного и цифрового текста с записью на пишущей машинке. Победитель всех этих видов соревнований получает звание чемпиона ДОСААФ те-

кущего года. За послевоенные годы это высокое звание завоевали: Ф. И. Ежихин (1949 г.), Ф. Ф. Росляков (1948—1949 и 1953 гг.), А. Е. Веремей (1950—1951 и 1954 гг.) и И. В. Заведеев (1952 г.), Галина Патко (1955 г.), Зинаида Кубих (1956 г.), Григорий Россадин (1957—1958 гг.). В 1959 году уже стало два чемпиона: по приему радиограмм от руки (И. Лившиц из Сталинабада) и по приему радиограмм с записью на пишущей машинке (Н. Тартаковский из Киева).

Он же завоевал почетное звание чемпиона среди «машинистов» и в 1960 году, а по приему радиограмм с записью от руки чемпионом стала А. Глотова из Новосибирска.

Для того чтобы читатель мог представить, с какой скоростью должен принимать на слух чемпион, мы укажем некоторые скорости, с которыми передавались радиограммы участникам финала соревнований в последние годы.

Для записи от руки радиограммы с буквенным текстом передавались со скоростью до 300 знаков в минуту, а для записи на пишущей машинке буквенный текст передавался со скоростью от 380 до 450 знаков в минуту и цифровой текст со скоростью до 370 знаков в минуту.

Интересно отметить, что скорость 450 знаков в минуту соответствует передаче в одну секунду примерно 20 точек и тире.

В международных товарищеских соревнованиях радистов, проходивших в конце 1954 года в Ленинграде, советский радист Ф. Росляков установил национальный рекорд, приняв и записав на машинке радиограмму открытого текста, передававшегося со скоростью 450 знаков в минуту.

Один из чемпионов ДОСААФ по приему и передаче радиограмм Игорь Заведеев с честью выполнил ответственную работу радиста станции «Северный полюс-4».

Известный московский коротковолновик А. Г. Рекач отлично работал в качестве инженера радиоотряда первой комплексной антарктической экспедиции Академии наук СССР в поселке Мирный. Радиоотряд второй антарктической экспедиции 1957 года возглавлял Д. Аралов — один из старейших коротковолновиков Ленинграда.

Для дальнейшего роста спортивного и технического мастерства радиолюбителей, улучшения подготовки новых кадров радиолюбителей-спортсменов и повышения конструкторской деятельности радиолюбителей с апреля 1952 года установлена Единая спортивно-техническая классификация радиолюбителей ДОСААФ.

Введены почетные пожизненные звания мастера радиолюбительского спорта и мастера-радиоконструктора, а также следующая спортивно-техническая классификация: радиолюбитель первого разряда, радиолюбитель второго разряда и радиолюбитель третьего разряда. Установлены нагрудные знаки

для членов ДОСААФ за достижения в области радиоспорта и сдачу классификационных норм. Положение спортивно-технической классификации радиолюбителей и разрядные нормы можно выписать из местных организаций и радиоклубов ДОСААФ.

23 декабря 1959 года, на основании решения третьего пленума ЦК ДОСААФ, создана Федерация радиоспорта СССР. Это — добровольная общественная организация, которая ведет работу по развитию радиоспорта в стране и объединяет республиканские федерации, секции добровольных спортивных обществ. Она работает под руководством ЦК ДОСААФ при активном участии комсомольских, профсоюзных и других общественных организаций на основе творческой инициативы и самодеятельности широких масс радиолюбительского актива.

В задачи Федерации входит пропаганда радиотехнических знаний среди населения страны, привлечение радиолюбителей к работе по внедрению радиометодов в народное хозяйство, вовлечение молодежи в радиоспорт, содействие исследовательской и конструкторской работе радиолюбителей, повышение их спортивного мастерства, проведение различных соревнований и представительство в международных федерациях.

Наделенная большими правами вплоть до планирования расходов на развитие радиолюбительства, Федерация радиоспорта призвана всемерно расширять работу по подготовке спортсменов-разрядников, повышению идейно-политического и культурного уровня советских радиолюбителей и по организации новых самодеятельных радиоклубов.

КОНСТРУКТОРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

Особенно большие достижения продемонстрировали в послевоенный период радиолюбители-конструкторы. На десяти всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов (с шестой по шестнадцатую) рассматривалось около двадцати тысяч описаний лучших конструкций, присланных в Москву местными выставочными комитетами, а общее количество экспонатов, представленных на послевоенные выставки, исчисляется десятками тысяч.

Свыше трех с половиной тысяч радиолюбителей-конструкторов — участников этих выставок награждено премиями и дипломами.

Радиовыставки последних лет отражают не только количественный рост радиолюбительского движения. Они показывают значительное повышение знаний и мастерства советских радиолюбителей. Все больше расширяется круг проблем, за разработку которых смело берутся радиолюбители.

Радиолюбители — люди самых разнообразных специальностей. Среди них не мало врачей, педагогов, рабочих, техников и инженеров нерадиотехнических специальностей. Обладая большим опытом в конструировании радиоаппаратуры, они являются своеобразными представителями радиотехники в своих областях народного хозяйства и часто находят полезное применение радиотехнических методов в своей работе. Радиолюбительская мысль подсказывает им неожиданное и оригинальное решение сложных технических проблем.

И не случайно с каждым годом растет число экспонатов, поступающих по разделу «Применение радиометодов в народном хозяйстве». На 16-й Всесоюзной радиовыставке количество экспонатов этого раздела увеличилось почти на 50 процентов по сравнению с предыдущей выставкой. Это показывает, что радиолюбители делами отвечают на решение XXI съезда КПСС и июньского Пленума ЦК КПСС. Работая на заводах, фабриках и стройках, радиолюбители внедряют радиоэлектронику в производство, помогая тем самым техническому прогрессу, повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции. Немало сделано радиолюбителями по внедрению радиоэлектроники в медицину. Широко известен в радиолюбительских и медицинских кругах замечательный радиолюбитель доктор И. Т. Акулиничев, посвятивший более двадцати лет конструированию различных медицинских электронных приборов, неоднократный лауреат всесоюзных радиовыставок. Его электронный прибор для диагностики болезней сердца выпускается теперь одним из заводов медицинской аппаратуры.

Радиолюбители создали и продемонстрировали на выставках много различных аппаратов, которые успешно применяются в сельском хозяйстве.

Разработан ряд приборов, позволяющих наблюдать процесс развития растений.

Радиолюбитель А. Спирин из Азербайджана сконструировал прибор для определения степени вымерзания посевов. Новгородцы А. Бобров и П. Земляков сделали установку для определения влажности зерна. Украинский радиолюбитель-конструктор А. Эльгарт разработал установку для автоматического вентилирования овощей при длительном хранении в больших объемах. Электронный влагомер для определения влажности зерна во время его ссыпки сконструировал радиолюбитель А. Пикерсгиль (Украина), В. Казанский и Е. Петушков из Узбекистана изготовили влагомер для хлопка-сырца, а грузинские радиолюбители Н. Гветадзе и А. Бандзеладзе — влагомеры для определения влажности чая и табака.

Во всех областях радиотехники успешно работают радиолюбители. Они разработали большое число радиоприемников и радиол, усилителей и радиоузлов, а также наглядных

пособий, облегчающих понимание сложных процессов при изучении радиотехники.

На 16-й Всесоюзной выставке широко была представлена различная аппаратура на полупроводниковых приборах. Одних только приемников на транзисторах (полупроводниковых триодах) демонстрировалось несколько десятков.

Среди коротковолновой аппаратуры всесоюзных радиовыставок выделяются первоклассные приемники и отличные передатчики. Немало интересных конструкций продемонстрировано в отделах ультракоротких волн: ряд портативных передатчиков, ЧМ/АМ приемников и других разработок, свидетельствующих о присущем радиолюбителям чувстве нового и стремлении к прогрессу.

Разнообразная и сложная техника, демонстрируемая на всесоюзных радиовыставках, требует применения соответствующей измерительной аппаратуры. Поэтому радиолюбители-конструкторы стремятся хорошо оснастить свои домашние радиолаборатории. Это находит свое отражение на выставках.

По большому количеству экспонатов и их разнообразию, по компактности и тщательности отделки аппаратуры, по обилию интересных технических идей отделы измерительной аппаратуры радиолюбительских выставок с каждым годом привлекают все большее внимание посетителей.

Немалые достижения имеют радиолюбители в области звукозаписи. Особенно успешна деятельность радиолюбителей, связанная с массовым развитием телевидения. Этой благородной цели служат разработки простых и дешевых телевизоров, радиотрансляционного телевизионного узла, опыты по дальнему приему телевизионных передач, строительство ретрансляционных станций и, наконец, создание любительских телевизионных центров.

Творческое дерзание сотен квалифицированных радиолюбителей обогнало плановые наметки и привело к постройке телецентров во многих городах, где не намечалось их строительство.

Радиолюбители Украины могут гордиться тем, что первый радиолюбительский телецентр был построен на Украине, в Харькове. Активисты Харьковского радиоклуба ДОСААФ (В. Вовченко, В. Дворников, В. Исаенко, Р. Маколов, В. Рязанцев, И. Тургенев и А. Хромов) с помощью Харьковского обкома КПСС, советских организаций и рабочих харьковских предприятий построили малый телевизионный центр и к концу 1950 года сдали его в опытную эксплуатацию.

Конструкция этого телецентра получила первую премию на 10-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей, а в 1951 году в «Массовой радиобиблиотеке» (Госэнергоиздат) вышла книжка В. С. Вовченко «Любительский телевизионный центр», в которой был освещен опыт строительства и описа-

ны схемы отдельных блоков Харьковского любительского центра.

Почин харьковчан и книжка В. С. Вовченко дали толчок к строительству любительских телецентров и в других городах страны. В итоге за несколько лет досаафовцами построено и сдано в эксплуатацию 24 любительских телецентра. Один из них построен свердловскими радиолюбителями на родине А. С. Попова в Краснотурьинске.

Таковы замечательные достижения советских радиолюбителей в области конструирования радиоаппаратуры, продемонстрированные на послевоенных радиовыставках.

Всесоюзные радиовыставки являются ежегодными смотрами растущего мастерства наших радиолюбителей. На выставках собирается и демонстрируется все наиболее интересное и ценное, что сделано радиолюбителями за истекший год, обобщается опыт радиокружков и отдельных конструкторов.

Выставки способствуют продвижению радиотехнических методов в народное хозяйство, подсказывают новые идеи радиоспециалистам, выявляют кадры талантливых конструкторов и являются замечательной формой пропаганды достижений отечественной радиотехники и радиолюбительства.

Во время подготовки к всесоюзным радиовыставкам по всему Советскому Союзу проводятся отборочные районные, городские, областные, краевые и республиканские выставки.

В 1958 году, например, в нашей стране было проведено более 150 выставок радиолюбительского творчества, на которых демонстрировалось не менее 10 тысяч экспонатов. На них не только демонстрируются радиолюбительские конструкции, но и популяризируются местные планы радиофикации, опыт передовых радиофикаторов, достижения радиопромышленности.

В выставочных залах читают лекции и дают консультации для радиолюбителей. Коротковолновки знакомят посетителей со своими радиостанциями, демонстрируют их в действии, рассказывают о своих соревнованиях и рекордах. Готовясь к выставкам, радиоклубы и первичные организации ДОСААФ проводят большую массовую работу. Они организуют технические вечера, на которых демонстрируют экспонаты, подготавливаемые к очередной выставке, встречи конструкторов с радиолюбителями, вечера обмена опытом.

Все эти мероприятия помогают пропаганде радиотехнических знаний среди населения, способствуют вовлечению новых радиолюбителей в конструкторскую деятельность. Таким образом, выставки содействуют лучшей организации радиолюбительского движения, способствуют дальнейшему прогрессу отечественной радиотехники и вовлекают в радиолюбительство тысячи трудящихся.

Глава третья

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ЧТО ТАКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

В радиоаппаратуре используются различные электрические токи, и поэтому необходимо прежде всего выяснить, что такое электрический ток и какие бывают токи.

Электрический ток представляет собой движение вдоль того или иного тела мельчайших частичек вещества, имеющих положительный или отрицательный электрический заряд.

Различные вещества состоят из весьма малых частиц, называемых молекулами, которые, в свою очередь, составлены из более мелких частиц — атомов. Еще меньшими частичками, находящимися внутри атомов, являются электроны, обладающие наименьшим известным нам отрицательным электрическим зарядом. Кроме электронов, в атомах всех веществ имеются еще положительно заряженные частицы — протоны и незаряженные частицы — нейтроны. Однако протоны и нейтроны не являются такими подвижными, как электроны. Атомы и молекулы иногда имеют положительный или отрицательный электрический заряд и тогда их называют ионами.

Вещества, вдоль которых возможно движение электронов или ионов, являются проводниками электрического тока. К ним относятся все металлы, уголь, растворы солей, кислот и щелочей, называемые электролитами, живые организмы, земля, а также все влажные и сырые предметы.

У других веществ электроны и ионы не могут совершать подобные перемещения, и эти вещества называют непроводниками, или изоляторами, или диэлектриками. Ими являются воздух и другие газы, стекло, фарфор, резина, пластмассы, смолы, различные маслянистые жидкости, сухое дерево, бумага и ткань и многие другие вещества.

Имеются также вещества, называемые полупроводниками и занимающие среднее положение между проводниками и диэлектриками. Полупроводники обладают совершенно особыми свойствами и широко используются в современной радиотехнике. Они рассматриваются более подробно в 5-й главе.

Электрический ток в металлах, а также в твердых про-

водниках и полупроводниках представляет собой движение электронов. В жидких проводниках — электролитах ток образуется перемещением положительных и отрицательных ионов в двух взаимно противоположных направлениях. При некоторых условиях в газах также получается электрический ток в виде движения электронов и ионов. В дальнейшем мы будем рассматривать чисто электронный ток в твердых проводниках.

Для того чтобы электроны могли двигаться вдоль проводника, т. е. чтобы возник электрический ток, необходимо создать на одном конце проводника избыток электронов, а на другом его конце — их недостаток.

Избыток (скопление) электронов называют отрицательным электрическим зарядом и обозначают знаком минус (—). Недостаток электронов, наоборот, является положительным зарядом и обозначается знаком плюс (+).

Электроны всегда стремятся двигаться от того места, где они находятся в избытке, т. е. от минуса, туда, где имеется недостаток их, т. е. к плюсу. Однако в электротехнике принято считать, что ток идет от плюса к минусу. Такое направление тока было установлено совершенно условно еще до открытия электронов.

Скорость перемещения электронов в проводнике весьма незначительна и измеряется всего лишь долями сантиметра или миллиметра в секунду. Это объясняется тем, что электроны все время сталкиваются с частицами проводника. Зато скорость распространения тока в проводе очень велика и достигает скорости света, т. е. 300 000 *км* в секунду. Когда на одном конце провода возникает ток, то этот процесс распространяется настолько быстро, что на другом конце провода ток пойдет практически почти в тот же момент. Но электроны, которые пришли в движение у начала провода, очень не скоро дойдут до его конца. Ток в проводе напоминает движение воды в длинной трубе, наполненной водой, на одном конце которой находится насос. Если накачивать насосом воду в трубу, то давление очень быстро передается вдоль трубы от одних частиц воды к другим и из открытого конца трубы потечет вода. Однако вода, добавленная насосом, движется гораздо медленнее и дойдет до конца трубы через значительный промежуток времени.

Количество электронов, проходящих в одну секунду через поперечное сечение провода, определяет величину тока, которую измеряют в особых единицах — амперах. Ток равен одному амперу, если в одну секунду через поперечное сечение провода проходит вполне определенное количество электронов, выражающееся огромным числом, состоящим из цифр 6,3 и семнадцати нулей! Это число даже трудно себе представить. Некоторое понятие о нем дает следующий пример.

Если все электроны будут проходить не сразу, а по одному миллиону в секунду, то потребуется двести тысяч лет, чтобы все они прошли!

Ток в осветительных электролампочках обычно составляет несколько десятых долей ампера, а в проводах мощных электрических линий он может быть равен многим тысячам ампер. В некоторых случаях, особенно в радиоаппаратуре, ток бывает гораздо меньше одного ампера. Поэтому весьма часто применяют более мелкие единицы измерения тока — миллиампер, равный одной тысячной доле ампера, и микроампер, равный одной миллионной доле ампера. Сокращенно ампер обозначают буквой *а*, миллиампер — буквами *ма* и микроампер — буквами *мка*.

НАПРЯЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА

Важной величиной, характеризующей электрические явления, является напряжение. Чтобы в проводнике возник электрический ток, необходимо иметь на концах этого проводника различные электрические состояния. На одном конце должен быть избыток электронов, а на другом — недостаток их. Напряжение характеризует именно эту разницу в электрических состояниях на концах данного проводника и является причиной возникновения электрического тока. Ток будет протекать в проводе тогда, когда есть напряжение.

Подобно этому, газ или жидкость перемещается всегда из места с более высоким давлением в место с более низким давлением, т. е. только в случае наличия разницы в давлениях; теплота переходит от одного тела к другому только в случае, если эти тела имеют разную температуру.

Для практических целей необходим ток постоянной величины, протекающий в одном направлении в течение любого времени и называемый постоянным током. Чтобы получить такой непрерывный электрический ток, должно быть постоянное напряжение. Его создают так называемые генераторы, или источники электродвижущей силы. Электродвижущая сила, или, сокращенно, э.д.с. *, является величиной, которая характеризует разность электрических состояний, созданных таким источником. Понятия «напряжение» и «э.д.с.» тесно связаны друг с другом, но, как будет показано далее, между ними есть некоторая разница.

В качестве источника э.д.с. применяются гальванические элементы, аккумуляторы, вращающиеся генераторы, а также некоторые другие устройства. Их иначе называют источниками электрической энергии. Работу электрического генератора можно сравнить с работой насоса, который соз-

* Следует произносить «э-де-эс».

дает давление и обеспечивает непрерывное движение газа или воды в трубе.

Для питания радиоприемников в сельских местностях часто применяются гальванические элементы. Каждый элемент имеет два полюса: положительный (плюс) и отрицательный (минус). За счет химической реакций, происходящей в элементе, на одном полюсе элемента получается избыток электронов, а на другом полюсе — недостаток их. Таким образом, химическая реакция создает постоянную э.д.с. на полюсах элемента.

Единицей для измерения электродвижущей силы, или напряжения, служит вольт, обозначаемый сокращенно буквой *в*. Применяются также следующие единицы: киловольт *(кв)*, равный 1000 *в;* милливольт *(мв)*, т. е. 0,001 *в;* микровольт *(мкв)*, составляющий 0,000001 *в*.

Элементы для питания радиоаппаратуры имеют обычно э.д.с. около 1,5 *в*. В осветительной электросети напряжение составляет 127 или 220 *в*, а в электрических линиях высокого напряжения, идущих от электростанций, напряжение достигает сотен тысяч вольт. В антенне же радиоприемника под действием радиоволн, приходящих от какой-либо далекой радиостанции, возникает э.д.с., измеряемая всего лишь единицами микровольт.

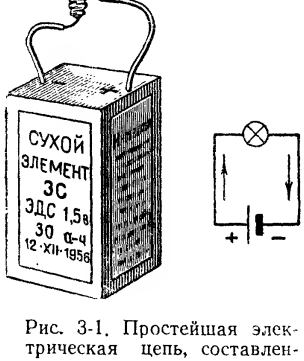


Рис. 3-1. Простейшая электрическая цепь, составленная из элемента лампочки, и ее схематическое изображение

Если соединить полюсы элемента проводниками с потребителем, т. е. с тем прибором, который должен питаться током, например с лампочкой накаливания, то получится простейшая замкнутая электрическая цепь (рис. 3-1).

Пока в элементе происходит химическая реакция, в этой цепи действует электродвижущая сила и проходит ток. Но если электрическую цепь разорвать в каком-либо месте, или, как говорят, разомкнуть ее, то ток прекратится. Однако э.д.с. в источнике будет существовать и при разомкнутой цепи. Таким образом, для существования непрерывного тока, кроме электродвижущей силы, необходимо еще наличие замкнутой электрической цепи. В каждой замкнутой цепи различают внутреннюю часть, т. е. элемент или другой источник тока, и внешнюю часть, к которой относятся все приборы и провода, подключенные к источнику тока.

На рис. 3-1 показано условное изображение простейшей электрической цепи, принятое для схем. Элемент показан в виде двух черточек. Одна из них (короткая и толстая) обозначает отрицательный полюс, а другая (длиннее и тоньше) — положительный полюс. Лампочка накаливания обозначена кружком с крестиком внутри.

Ток в подобной замкнутой цепи представляет собой движение электронов через лампочку в направлении от минуса элемента к плюсу, внутри же элемента электроны движутся в направлении от плюса к минусу. Как мы уже говорили, условно считают, что ток во внешней цепи (в лампочке) идет от плюса к минусу, т. е. в направлении, обратном истинному движению электронов.

Следует хорошо усвоить разницу между э.д.с. и током. Электродвижущая сила у гальванического элемента или другого источника тока существует независимо от того, замкнута цепь или нет, а ток имеет определенное значение только при условии, что цепь замкнута. Таким образом, э.д.с. есть причина, вызывающая появление тока в замкнутой цепи, а ток характеризует уже само движение электронов. Подобно этому, если в водопроводной системе все краны закрыты, то движения воды по трубам нет и ни о каком водяном потоке говорить нельзя, хотя давление или напор воды существует. Но стоит только открыть кран, как под действием этого давления начнется движение воды, и тогда в трубах образуется некоторый определенный водяной поток. Понятия электродвижущей силы и напряжения весьма сходны друг с другом. Некоторая разница между ними будет выяснена далее.

Электрическая цепь по рис. 3-1 характерна тем, что в ней элемент, соединительные провода и лампочка включены друг за другом. Ток проходит все приборы, т. е. все участки цепи последовательно один за другим. Подобная цепь называется последовательной цепью, а включение приборов в ней называют последовательным соединением.

В последовательной цепи ток везде одинаков. Многие часто допускают ошибку, считая, что ток, выходя из одного полюса источника, постепенно уменьшается вдоль своего пути и к другому полюсу приходит уже более слабым. Но это означало бы, что часть электронов где-то задерживается и накапливается, чего, конечно, нет на самом деле. Закон постоянства тока в отдельных участках последовательной цепи остается в силе при любом количестве последовательно включенных приборов.

Источник э.д.с. всегда соединен последовательно с внешней частью цепи. Поэтому ток внутри источника будет таким же, как и во внешней цепи. Иначе говоря, через генератор всегда проходит полный ток, потребляемый внешней цепью.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ И ЗАКОН ОМА

Как мы знаем, различные вещества неодинаково проводят электрический ток и поэтому разделяются на проводники, непроводники и полупроводники. Каждое тело, через которое проходит ток, оказывает ему определенное сопротивление, зависящее от размеров тела и его материала. Сущность сопротивления заключается в том, что электроны тока при своем движении сталкиваются с частицами самого тела и нагревают его.

Чем длиннее и чем тоньше тело, например провод, тем больше его сопротивление. Из различных проводников наименьшим сопротивлением обладают серебро и медь. Несколько большее сопротивление у алюминия и еще больше у железа и стали. В некоторых случаях бывает необходимо создать большое сопротивление для тока. Тогда используются провода из специальных сплавов высокого сопротивления, к которым относятся никелин, константан, нихром и др. Кроме того, большие сопротивления делаются из угля. В конце книги приведена таблица с данными различных проводов. У полупроводников сопротивление значительно превышает сопротивление проводников, а диэлектрики имеют сопротивление огромной величины.

Рис. 3-2. Внешний вид непроволочных сопротивлений

Для измерения сопротивлений служат единицы: ом, килоом, равный тысяче ом, и мегом, равный миллиону ом. Они сокращенно обозначаются *ом, ком* и *Мом*. На самих сопротивлениях омы обозначают часто буквой Ω, килоомы — *кΩ* и мегомы—*МΩ*. В радиоаппаратуре применяются весьма различные сопротивления — от единиц ом до нескольких мегом. На рис. 3-2 показан внешний вид некоторых непроволочных сопротивлений, применяемых в радиоаппаратуре. Условное изображение сопротивлений на схемах см. приложение *1*. Для обозначения сопротивлений принята буква *R*.

Основным законом электротехники, с помощью которого можно изучать и рассчитывать различные электрические цепи, является закон Ома:

Чем больше напряжение, тем больше ток, и чем больше сопротивление, тем меньше ток.

Если увеличить в несколько раз напряжение, действующее

в электрической цепи, ток в этой цепи увеличится во столько же раз, а если увеличить в несколько раз сопротивление цепи при неизменном напряжении, ток во столько же раз уменьшится. Подобно этому водяной поток в трубе тем больше, чем сильнее давление и чем меньше сопротивление, которое оказывает труба движению воды.

Чтобы закон Ома выразить математически наиболее просто, за единицу сопротивления, получившую название ом, выбрали сопротивление такого проводника, в котором при напряжении, равном 1 *в*, проходит ток величиной 1 *а*. Тогда ток в амперах получается, если разделить напряжение в вольтах на сопротивление в омах. Поэтому закон Ома выражают в виде следующей формулы:

$$\text{Ток} = \frac{\text{напряжение}}{\text{сопротивление}}.$$

Принято величины тока, напряжения и сопротивления обозначать соответственно буквами *I, U, R*. Тогда формулу закона Ома пишут в следующем виде:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Расчеты, выполняемые с помощью закона Ома, правильны в том случае, когда напряжение выражено в вольтах, сопротивление — в омах и ток — в амперах. Когда эти величины даны в других единицах, например в миллиамперах, милливольтах, мегомах и т. д., то их сначала надо превратить соответственно в амперы, вольты и омы. Чтобы подчеркнуть это, иногда формулу закона Ома пишут так:

$$\text{амперы} = \frac{\text{вольты}}{\text{омы}}.$$

Можно также подсчитать ток в миллиамперах, если сопротивление выражено в килоомах, а напряжение в вольтах, т. е.

$$\text{миллиамперы} = \frac{\text{вольты}}{\text{килоомы}}.$$

Закон Ома справедлив для любого участка цепи. Если требуется определить ток в данном участке цепи, то необходимо напряжение, действующее на этом участке, разделить на сопротивление именно этого же участка.

Приведем примеры на расчет тока по закону Ома. Пусть требуется определить ток в лампе, имеющей сопротивление 0,5 *ом*, если напряжение на лампе составляет 5 *в*. Разделив 5 *в* на 2,5 *ом*, найдем, что ток равен 2 *а*. Второй пример сделаем на определение тока, который проходит при напряжении 500 *в* в сопротивлении, равном 0,5 *Мом*. Выразив сопротивление в омах, получим 500 000 *ом*. Следовательно, $I = 500 : 500\,000 = 0{,}001$ *а* $= 1$ *ма*.

Часто приходится определять по закону Ома напряжение, зная ток и сопротивление. Формула закона Ома для этого случая следующая:

напряжение = ток × сопротивление, или $U = IR$.

Можно также написать:

вольты = амперы × омы, или вольты = миллиамперы × × килоомы.

Как видно, чем больше сопротивление и чем больше ток, тем большее напряжение будет на концах данного сопротивления или участка цепи. Смысл этой зависимости понять нетрудно. Если не изменять сопротивления, то увеличить ток можно только путем соответствующего увеличения напряжения. Значит при постоянном сопротивлении большему току всегда соответствует большее напряжение. Если же одна и та же величина тока получается в различных сопротивлениях, то ясно, что к большему сопротивлению приложено соответственно большее напряжение.

Напряжение на данном участке цепи часто называют падением напряжения. Это выражение нередко приводит к недоразумению. Многие думают, что «падение» напряжения есть обязательно какое-то потерянное, ненужное напряжение. Между тем понятия «напряжение» и «падение напряжения» совершенно равнозначны.

Расчет напряжения с помощью закона Ома можно показать на следующем примере. Пусть через сопротивление 10 *ком* проходит ток величиной 5 *ма* и требуется определить падение напряжения на этом сопротивлении. Выразив ток в амперах и умножив его на 10 000 *ом*, найдем напряжение:

$$U = IR = 0{,}005 \cdot 10\,000 = 50 \text{ в}.$$

Тот же результат можно получить, умножив 5 *ма* на 10 *ком:*

$$U = 5 \cdot 10 = 50 \text{ в}.$$

Третьим случаем применения закона Ома является расчет сопротивления, если известны напряжение и ток. Формула для этого случая следующая:

$$\text{сопротивление} = \frac{\text{напряжение}}{\text{ток}}, \quad \text{или } R = \frac{U}{I}.$$

Иначе можно написать:

$$\text{омы} = \frac{\text{вольты}}{\text{амперы}}, \quad \text{или килоомы} = \frac{\text{вольты}}{\text{миллиамперы}}.$$

Из этих формул можно заключить, что если напряжение на данном сопротивлении увеличить или уменьшить в несколько раз, то ток увеличится или уменьшится в такое же

число раз, а сопротивление останется неизменным. Не следует понимать формулу закона Ома для сопротивления в том смысле, что сопротивление данного проводника зависит от тока и напряжения: оно зависит исключительно от длины, толщины и материала проводника. По внешнему виду формула для определения сопротивления напоминает формулу для расчета тока, но между ними имеется принципиальная разница. Ток действительно зависит от напряжения и сопротивления и изменяется при изменении этих величин, а сопротивление данного участка цепи является величиной постоянной, не зависящей от изменения напряжения и тока.

Но когда одинаковые токи проходят в двух каких-то сопротивлениях, а напряжения, приложенные к этим сопротивлениям, различны, то ясно, что сопротивление, к которому приложено большее напряжение, имеет соответственно большую величину. А если под действием одного и того же напряжения в двух различных сопротивлениях проходят различные токи, то очевидно, что меньший ток будет в том сопротивлении, которое больше. Все это по существу вытекает из основной формулировки закона Ома, т. е. из того, что ток тем больше, чем больше напряжение и чем меньше сопротивление.

Расчет сопротивления с помощью закона Ома покажем на следующем примере. Пусть требуется найти величину сопротивления, через которое при напряжении 40 *в* проходит ток 50 *ма*. Выразим ток в амперах и разделим на него напряжение:

$$R = 40 : 0{,}05 = 800 \text{ } ом.$$

Когда необходимо регулировать ток в цепи, то применяют сопротивление, величину которого можно изменять. Его называют переменным сопротивлением, или реостатом. Увеличивая сопротивление реостата, включенного в цепь, получают уменьшение тока, и, наоборот, для увеличения тока сопротивление реостата уменьшают. Если же в какой-то цепи нужно просто уменьшить величину тока, то для этого включают некоторое постоянное сопротивление, называемое поглотительным, или понижающим. Оно рассчитывается или подбирается так, чтобы в цепи получился ток необходимой величины.

Каждый источник тока сам обладает некоторым внутренним сопротивлением. Ток, проходя внутри источника, встречает в нем сопротивление, как и в любом проводнике. Чтобы «протолкнуть» поток электронов через внутреннее сопротивление источника, необходимо некоторое напряжение. Поэтому часть э.д.с. источника всегда расходуется на преодоление внутреннего сопротивления. Эту часть э.д.с. называют потерянным напряжением. Остальная часть э.д.с. является полезным напряжением, так как она действу-

ет на внешнем сопротивлении. Полезное напряжение называют обычно напряжением на зажимах или полюсах источника тока, или его рабочим напряжением.

Таким образом, рабочее напряжение источника всегда меньше, чем его э.д.с., на величину напряжения, потерянного внутри самого источника. Например, если элемент имеет э.д.с. 1,5 *в*, а на внутреннем сопротивлении расходуется 0,1 *в*, то рабочее напряжение элемента составляет 1,4 *в*. Именно такое напряжение будет на лампочке, присоединенной к элементу (рис. 3-3,*а*).

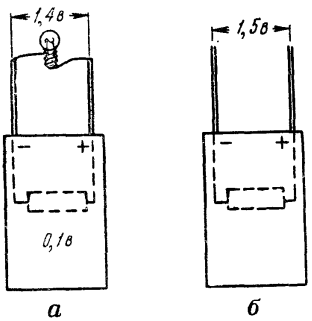


Рис. 3-3. Напряжение на полюсах элемента, имеющего э.д.с. 1,5 *в*

Чем больше ток в цепи, тем больше часть э.д.с., нужная для преодоления внутреннего сопротивления, т. е. больше потеря напряжения внутри источника, а полезное рабочее напряжение соответственно меньше.

Как видно, между понятиями э.д.с. и напряжения есть разница: э.д.с. действует во всей замкнутой цепи, преодолевая внешнее и внутреннее сопротивления, а напряжение действует лишь на каком-то участке цепи, например на внешней ее части. Поэтому напряжение всегда составляет некоторую часть э.д.с. В том случае, когда внутреннее сопротивление источника очень мало, то потеря напряжения на нем незначительна, и можно приближенно считать, что рабочее напряжение источника равно его э.д.с. Если же цепь разомкнута и тока нет, то потери напряжения внутри источника совсем не будет и в этом случае напряжение на зажимах источника точно равно его э.д.с. (рис. 3-3,*б*).

Практически при работе источника на какой-то потребитель цепь замкнута и рабочее напряжение получается меньше э.д.с.

Потеря напряжения имеется не только на внутреннем сопротивлении, но и в соединительных проводах. Во многих случаях этой потерей пренебрегают, так как сопротивление соединительных проводов обычно невелико. Но если провода имеют значительную длину или по ним проходит большой ток, то потеря напряжения в них может быть весьма заметной, и полезное напряжение на потребителе уменьшается. Примером является понижение напряжения в электрической сети в вечерние часы. Днем и ночью, когда потребление тока сравнительно невелико, потеря напряжения в проводах сети незначи-

тельна, и поэтому напряжение, подводимое к осветительным лампам или используемое для питания сетевых приемников, имеет нормальную величину, например 220 *в*. Вечером потребление тока резко возрастает, потеря напряжения в проводах увеличивается и напряжение сети снижается до 200, 180 и менее вольт.

Следует упомянуть о замыкании полюсов источника тока проводником, имеющим очень малое сопротивление. В этом случае, называемом коротким замыканием, ток будет наибольшим, так как в цепи останется одно внутреннее сопротивление. Полезное напряжение на зажимах источника становится равным нулю и вся э.д.с. расходуется на внутреннем сопротивлении.

Короткое замыкание является случаем совершенно бесполезной работы источника. Вместе с тем оно весьма опасно, потому что большой ток может вызвать порчу источника или сгорание проводов. Для предохранения источников тока и проводов от вредных последствий короткого замыкания в цепь включают плавкий предохранитель (рис. 3-4). Он представляет собой тонкую проволочку, которая расплавляется при чрезмерном возрастании тока и размыкает цепь.

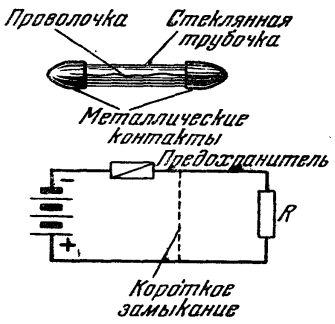


Рис. 3-4. Плавкий предохранитель и его включение для защиты источника тока от последствий короткого замыкания

В электросети в качестве предохранителей применяют так называемые пробки, имеющие свинцовую проволочку внутри фарфорового корпуса. Концы проволочки присоединены к двум металлическим контактам. Пробку ввинчивают в специальное основание и тогда она оказывается включенной последовательно в провод электросети. Если пробка «сгорела», т. е. проволочка в ней расплавилась, то надо ввинтить новую пробку. В крайнем случае можно взять тонкую проволочку и соединить ею снаружи контакты испорченной пробки. На пробках обычно указывается величина тока, при котором они могут работать, не перегорая.

СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Электрические приборы и сопротивления могут быть соединены друг с другом последовательно или параллельно. Мы уже знаем, что в последовательной цепи ток проходит все

включенные приборы один за другим и что величина тока во всех частях такой цепи одна и та же.

Если имеется электрическая цепь, в которой последовательно включены несколько сопротивлений R_1, R_2, R_3 (рис. 3-5), то общее, или полное, сопротивление этой цепи равно сумме отдельных сопротивлений. Иначе говоря, при последовательном соединении сопротивление цепи возрастает, так как подобное соединение равносильно увеличению длины провода.

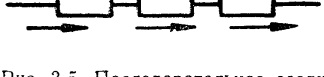


Рис. 3-5. Последовательное соединение сопротивлений

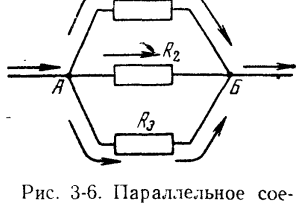


Рис. 3-6. Параллельное соединение сопротивлений

Напряжение распределяется между отдельными участками последовательной цепи соответственно их сопротивлениям. На участке с бо́льшим сопротивлением всегда получается большее напряжение, а общее напряжение всегда равно сумме напряжений на отдельных участках.

При параллельном соединении, показанном на рис. 3-6, ток, идущий от источника, разделяется на несколько токов по числу включенных сопротивлений. Все эти токи одновременно проходят через отдельные сопротивления. Точки *А* и *Б*, в которых происходит разделение тока на части, называют точками разветвления. Само разделение тока принято называть разветвлением, а отдельные сопротивления, включенные параллельно, называют ветвями, или ответвлениями. В отличие от последовательного соединения, при котором ток во всех частях цепи одинаков, при параллельном соединении на всех сопротивлениях напряжение одинаково.

Разветвление тока происходит по следующему закону: *сумма токов, отходящих от точки разветвления, т. е. сумма токов в ветвях, равна полному току, притекающему к точке разветвления.* В точке разветвления нет потери части электронов. Поэтому общее количество электронов, проходящих в одну секунду через поперечное сечение всех ветвей, такое же, как и в проводе до точки разветвления. Конечно и для

второй точки разветвления, в которой все токи снова соединяются вместе, действует такое же правило: сумма токов, приходящих к этой точке, равна току, отходящему от нее. Подобный закон справедлив, например, и для воды при разветвлении реки на рукава. Общее количество воды, протекающей в рукавах, равно количеству воды в основном русле, так как в месте разветвления вода никуда не исчезает.

Когда включенные параллельно сопротивления одинаковы, то ток делится на равные части. Например, при параллельном соединении четырех одинаковых сопротивлений в каждом из них ток составляет четверть общего тока. Если же сопротивления неодинаковы, то в большем сопротивлении ток будет меньше, и, наоборот, через ветвь с меньшим сопротивлением пойдет большая часть тока.

В отличие от последовательной цепи, в которой при включении новых приборов сопротивление увеличивается, при параллельном соединении сопротивление уменьшается. Пусть в цепь включено только одно сопротивление. Включение параллельно еще одного такого же сопротивления равносильно увеличению вдвое площади поперечного сечения провода, следовательно, сопротивление цепи уменьшится в два раза. При включении параллельно трех сопротивлений одинаковой величины площадь сечения увеличится втрое, а общее сопротивление уменьшится в три раза. Чем больше сопротивлений включается параллельно, тем больше создается путей для тока и тем меньше общее сопротивление.

Таким образом, *при параллельном соединении одинаковых сопротивлений общее, или полное, сопротивление уменьшается во столько раз, сколько включено ветвей.*

В случае параллельного соединения различных сопротивлений общее сопротивление также уменьшается и будет всегда меньше самого меньшего из включенных сопротивлений. Действительно, если в цепь включено одно только наименьшее сопротивление, то параллельное подключение к нему любого другого сопротивления создает дополнительный путь для тока, т. е. равноценно некоторому увеличению площади поперечного сечения провода, и сопротивление цепи, конечно, уменьшается.

Достоинством параллельного соединения является независимость работы каждой ветви от других ветвей. При выключении одной из ветвей остальные ветви работают по-прежнему. Если изменить сопротивление какой-либо ветви, то в ней ток изменится, а в остальных ветвях изменений не произойдет. Поэтому в электрической сети различные потребители — лампочки накаливания, электронагревательные приборы, электродвигатели и т. д. — как правило, включаются параллельно.

Практически все же обычно наблюдается небольшое влия-

ние одной ветви на другую из-за наличия внутреннего сопротивления генератора и сопротивления соединительных проводов. Например, если выключить одну из ветвей, то общее сопротивление цепи возрастет, а ток несколько уменьшится. Но тогда уменьшится потеря напряжения внутри генератора и в соединительных проводах, идущих от генератора, а полезное напряжение между точками разветвления несколько повысится, поэтому ток в оставшихся ветвях возрастет. Подобно этому включение дополнительной ветви вызовет некоторое уменьшение тока в других ветвях. Такое же влияние наблюдается при изменении сопротивления какой-либо ветви.

МОЩНОСТЬ И РАБОТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Работой электрического тока называют превращение его энергии в другую энергию, например тепловую, световую, механическую. Принято оценивать работоспособность тока величиной его мощности, которая обозначается буквой P.

Мощность — это работа, совершаемая в одну секунду, т. е. расход электрической энергии в одну секунду. Единицей мощности является ватт, обозначаемый буквами *вт* (иногда буквой W). Мощность, равная одному ватту, есть мощность тока в один ампер при напряжении в один вольт.

Применяют также следующие единицы мощности: киловатт (*квт*), гектоватт (*гвт*) и милливатт (*мвт*), соответственно равные 1000 *вт*, 100 *вт* и 0,001 *вт*.

Чем больше напряжение и ток, тем больше мощность. Для подсчета мощности тока нужно умножить напряжение в вольтах на ток в амперах. Иначе говоря, ватты равны вольтам, умноженным на амперы:

$$P = UI.$$

Например, если при напряжении 220 *в* через некоторое сопротивление проходит ток 3 *а*, то мощность тока в этом сопротивлении составляет:

$$P = 220 \cdot 3 = 660 \text{ вт}.$$

Работа электрического тока, или расход электрической энергии, измеряется единицами, в которых за основу взяты единицы мощности и учитывается время прохождения тока. Мощность есть работа за одну секунду, а ток может совершать работу в течение любого промежутка времени. Чем больше времени проходит ток, тем больше работа тока.

Основной единицей работы является ватт-секунда (*вт-сек*), т. е. работа тока мощностью 1 *вт* в течение одной секунды. Обычно ток проходит в течение продолжительного времени и поэтому применяют более крупные единицы:

ватт-час (*вт-ч*), равный работе тока мощностью в 1 *вт* в течение одного часа, или 3600 *вт-сек*, а также гектоватт-час (*гвт-ч*) и киловатт-час (*квт-ч*), равные 100 *вт-ч* и 1000 *вт-ч*.

Электросчетчики учитывают расход энергии на освещение или питание сетевого приемника в гектоватт-часах или киловатт-часах. Не следует выражать электроэнергию в киловаттах или гектоваттах, т. е. в единицах мощности. Мощность данного тока в течение любого времени остается неизменной, если остаются постоянными ток, напряжение и сопротивление, а работа тока при постоянной его мощности зависит от времени и должна выражаться в киловатт-часах или гектоватт-часах.

Для подсчета расхода электроэнергии нужно умножить мощность на время. В зависимости от единиц мощности и времени получится работа тока в тех или иных единицах.

Найдем для примера стоимость энергии, которую потребляет из сети в течение месяца приемник, работающий ежедневно по 4 часа, если мощность тока, питающего приемник, равна 50 *вт*. Общее число часов работы приемника в месяц составляет $4 \cdot 30 = 120$ часов. Работа тока будет равна: $50 \cdot 120 = 6000$ *вт-ч* $= 6$ *квт-ч*. При стоимости одного киловатт-часа электроэнергии 4 коп. потребляемая приемником энергия будет стоить $6 \cdot 4 = 24$ коп.

Ламповые приемники с питанием от сети потребляют мощность в несколько десятков ватт в зависимости от количества ламп. Более 100 *вт* потребляют лишь некоторые многоламповые приемники, радиолы и телевизоры.

Непроволочные сопротивления, широко применяемые в радиоаппаратуре, могут выдерживать нагрузку током не свыше наибольшей допустимой мощности, часто указываемой на самом сопротивлении. Если мощность тока будет больше, то сопротивление перегреется, изменит свою величину или даже сгорит. Чем больше размеры сопротивления, тем большую мощность оно выдерживает. Наша промышленность выпускает сопротивления на мощности 0,12; 0,25; 0,5; 1; 2; 5 и 10 *вт*.

Когда нет сопротивления на нужную мощность, то соединяют последовательно или параллельно несколько таких сопротивлений, чтобы их общее сопротивление было равно заданному. Пусть, например, требуется сопротивление, на котором должно падать напряжение 200 *в* при токе 10 *ма*, или 0,01 *а*. Величина сопротивления будет: $R = 200 : 0{,}01 = 20\,000$ *ом* $= 20$ *ком*. Мощность тока составляет: $P = 200 \cdot 0{,}01 = 2$ *вт*. Если имеются сопротивления лишь на 0,5 *вт*, то можно соединить четыре сопротивления по 5 *ком* последовательно или четыре сопротивления по 80 *ком* параллельно. В обоих случаях общее сопротивление равно 20 *ком*, а допустимая мощность составит 2 *вт*.

Постоянным током называется ток, который идет все время в одном направлении. В радиотехнике особенно важную роль играют переменные токи, меняющие свое направление определенное число раз в секунду. У переменного тока электроны движутся вдоль провода сначала в одном направлении, затем они на момент останавливаются и далее движутся в обратную сторону, опять останавливаются, поворачивают обратно и снова повторяют свое движение вперед и назад. Иначе говоря, электроны совершают в проводе колебания. Соответственно этому положительный и отрицательный полюсы у источника переменного тока все время меняются местами. Одно колебание переменного тока — это движение электронов в проводе туда и обратно. Время одного колебания называют п е р и о д о м.

Наиболее важной величиной, характеризующей переменный ток, является ч а с т о т а, или число колебаний в одну секунду. Единица частоты один г е р ц обозначается сокращенно буквами *гц*. В электрической сети переменного тока по всему СССР частота составляет 50 *гц*. Это значит, что электроны в проводе за одну секунду движутся 50 раз в одну сторону и 50 раз в обратную сторону, т. е. 100 раз меняют свое направление. На рис. 3-7 показано движение электронов в проводе при переменном токе, когда период равен 0,04 сек., что соответствует частоте 25 *гц*.

Рис. 3-7. Движение электронов в проводе при переменном токе

Токи с частотой меньше 10 000 *гц* называют токами з в у к о в о й, или н и з к о й, ч а с т о т ы (сокращенно: токи НЧ). У них частота соответствует частоте различных звуков человеческого голоса или музыкальных инструментов (за исключением частот ниже 20 *гц*, которые не соответствуют слышимым звукам). В радиотехнике токи НЧ имеют большое применение, особенно в радиотелефонной передаче.

Однако радиосвязь основана на использовании переменных токов с частотой более 10 000 *гц*, называемых токами высокой частоты, или радиочастоты (сокращенно: токи ВЧ).

Для измерения частоты этих токов применяют единицы: килогерц (*кгц*) равный 1000 *гц*, и мегагерц (*Мгц*), равный миллиону герц.

Радиостанции обычно работают с помощью переменных токов высокой частоты, имеющих частоту не менее нескольких сотен килогерц, или нескольких мегагерц. Конечно, трудно представить себе, что электроны в проводе меняют направление своего движения миллионы раз в секунду, но в современной радиотехнике для специальных целей (например, для радиолокации) применяются токи с частотой даже в миллиарды герц и имеются приборы, позволяющие довольно точно измерять такие сверхвысокие частоты.

КАТУШКИ И ТРАНСФОРМАТОРЫ

В радиоаппаратуре широко применяются различные катушки и трансформаторы. Катушки обычно наматывают медной изолированной проволокой на каркас из картона или другого изоляционного материала. Если число витков не превышает несколько десятков, то их наматывают в один слой, а если витков много, то катушку делают в несколько слоев. На рис. 3-8 для примера показаны устройство однослойной катушки и условное изображение катушек на схемах. Обозначаются они буквой *L*.

Когда через катушку проходит ток, то вокруг нее образуется магнитное поле, в котором запасается некоторая энергия. При всяком изменении тока меняется также созданное им магнитное поле. Но изменение магнитного поля вследствие явления электромагнитной индукции возбуждает в катушке электродвижущую силу, противодействующую изменению тока. Это явление носит название самоиндукции. В случае постоянного тока явление самоиндукции отсутствует, и поэтому для такого тока катушка представляет незначительное сопротивление (оно определяется только длиной, толщиной и материалом провода). Зато для переменного тока наличие самоиндукции резко увеличивает сопротивление катушки.

Явление самоиндукции характеризуется специальной величиной — индуктивностью. Единица измерения индуктивности называется генри и сокращенно обозначается *гн*. Часто применяются и более мелкие единицы индуктивности: миллигенри (*мгн*) и микрогенри (*мкгн*), равные соответственно 0,001 и 0,000001 *гн* (единицы индуктивности иначе обозначаются соответственно *Н*, *mH* и *μH*).

Индуктивность катушки тем больше, чем больше ее диаметр, чем меньше ее длина и чем больше число витков. При увеличении числа витков в 2, 3, 4 раза индуктивность возрастает соответственно в 4, 9, 16 раз. Можно значительно уве-

личить индуктивность катушки, если поместить внутри нее сердечник из стали или какого-либо материала, способного намагничиваться под влиянием тока, проходящего по катушке. Катушки с сердечниками изображаются на схемах так, как показано на рис. 3-8.

Если последовательно соединено несколько катушек, которые своими магнитными полями не влияют друг на друга, то общая индуктивность равна сумме индуктивностей отдельных катушек. Параллельное соединение катушек дает уменьшение индуктивности и применяется сравнительно редко.

Чем больше индуктивность катушки, тем больше ее сопротивление переменному току, называемое индуктивным сопротивлением. Кроме того, индуктивное сопротивление увеличивается при повышении частоты тока.

В радиоаппаратуре катушки часто применяются для того, чтобы преградить путь переменному току, т. е. создать для него большое сопротивление, но пропустить постоянный ток. Такие катушки называются дросселями. Различают дроссели высокой и низкой частоты. Дроссели высокой частоты имеют обычно не более нескольких сотен вит-

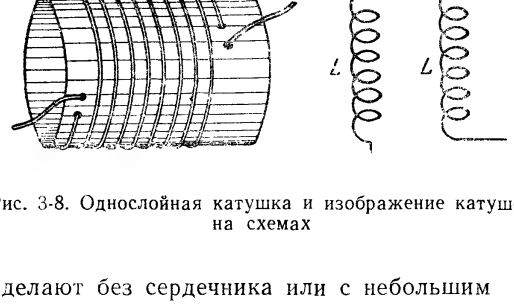


Рис. 3-8. Однослойная катушка и изображение катушек на схемах

ков. Их делают без сердечника или с небольшим сердечником из специального магнитного материала, хорошо работающего при высоких частотах; такие материалы называют магнитодиэлектриками. Для токов низкой частоты дроссели имеют несколько тысяч витков на замкнутом стальном сердечнике. Внешний вид и схематическое изображение дросселя низкой частоты показаны на рис. 3-9.

Катушки применяют также для передачи переменного тока из одной цепи в другую с помощью магнитного поля, которое образуется вокруг катушки при прохождении через нее тока, т. е. для создания индуктивной связи между

двумя цепями. С этой целью две катушки, включенные в различные цепи, помещают рядом, и тогда они образуют трансформатор. Когда по одной из катушек проходит переменный ток, вокруг нее образуется переменное магнитное поле, которое действует на вторую катушку и создает

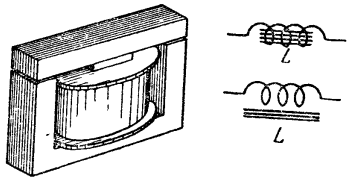


Рис. 3-9. Внешний вид дросселя низкой частоты и его изображение на схемах

в этой катушке, или, как говорят, индуктирует в ней, переменный ток с такой же частотой. Подобное влияние одной катушки на другую называют взаимоиндукцией.

Для токов высокой частоты применяют трансформаторы высокой частоты, имеющие катушки с небольшим числом витков без сердечника или с небольшим сердечником из магнитодиэлектрика. На рис. 3-10, *а, б, в* показаны конструкции таких трансформаторов в виде двух однослойных или двух многослойных катушек, расположенных на одном общем каркасе, а также изображение их на схеме. Иногда в приемниках бывает переменная индуктивная связь. В этом случае одна из катушек делается подвижной и может перемещаться относительно другой катушки. Переменную связь изображают на схемах стрелкой, пересекающей катушки (рис. 3-10, *г*).

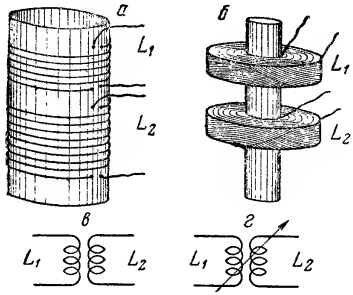


Рис. 3-10. Трансформаторы высокой частоты и их изображение на схемах

Большое применение в радиоаппаратуре имеют катушки различной конструкции с переменной индуктивностью, например по виткам катушки может двигаться ползунок, как в реостате (рис. 3-11, *а*). Нередко делают катушку с отводами, и тогда с помощью переключателя грубо, как говорят, ступенями или скачками, изменяют индуктивность (рис. 3-11, *б*).

Для плавного изменения индуктивности служит вариометр. Он представляет собой две катушки, соединенные последовательно, одна из которых может двигаться относительно другой катушки. Обычно подвижная катушка, называемая ротором, может вращаться на оси внутри неподвижной катушки, называемой статором На схемах вариометр изображают так, как это показано на рис. 3-12.

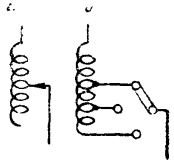


Рис. 3-11. Способы изменения индуктивности катушек

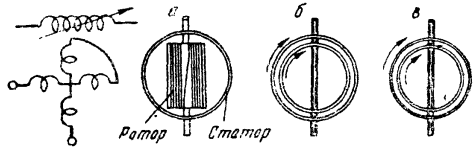


Рис. 3-12. Устройство вариометра и его изображение на схемах

Если катушки вариометра расположены под прямым углом друг к другу (рис. 3-12,*а*), то полная индуктивность вариометра равна сумме индуктивностей обеих его катушек. При повороте подвижной катушки на 90° от этого положения направления токов в катушках будут либо одинаковы, либо противоположны друг другу (рис. 3-12,*б*). В этих положениях взаимное влияние катушек наибольшее. В первом случае полная индуктивность увеличится за счет сложения магнитных полей катушек, а во втором — полная индуктивность уменьшится, потому что магнитные поля взаимно ослабляют друг друга. Таким образом, при вращении ротора на 180° индуктивность плавно изменяется от наибольшего до наименьшего значения.

Широкое применение имеют также ферровариометры, в которых индуктивность катушки изменяется от перемещения внутри нее сердечника из магнитодиэлектрика.

Трансформаторы низкой (звуковой) частоты имеют две обмотки с большим числом витков на замкнутом стальном сердечнике и по внешнему виду отличаются от показанного на рис. 3-9 дросселя низкой частоты наличием четырех или даже большего числа выводов, так как иногда на них помещают более двух обмоток. Обозначение трансформаторов низкой частоты показано на рис. 3-13.

Обмотка трансформатора, к которой подводится переменный ток, называется первичной, а обмотка, в которой получается ток благодаря явлению индукции, называется вторичной. Если вторичная обмотка имеет больше витков,

чем первичная, то напряжение на ней выше и такой трансформатор называют повышающим. Понижающий трансформатор, наоборот, имеет вторичную обмотку с меньшим числом витков, чем у первичной, и поэтому в нем напряжение на вторичной обмотке получается пониженное.

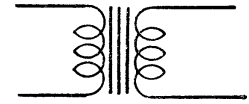


Рис. 3-13. Изображение на схеме трансформатора низкой частоты

Для намотки катушек, дросселей и трансформаторов чаще всего применяют медный провод с эмалевой изоляцией ПЭЛ I (раньше он имел обозначение ПЭ). Встречается также провод с одинарной или двойной хлопчатобумажной обмоткой, обозначаемый соответственно ПБО и ПБД. При наличии эмалевой изоляции и поверх нее одинарной хлопчатобумажной или шелковой обмотки обозначение провода будет соответственно ПЭЛБО (или ПЭБО) и ПЭЛШО (или ПЭШО). Иногда для высокочастотных катушек применяют специальный провод, состоящий из нескольких эмалированных проволочек, находящихся в общей одинарной или двойной шелковой обмотке (ЛЭШО и ЛЭШД).

Диаметр провода для той или иной катушки выбирают обычно из следующих соображений. Очень тонкий провод может иметь недопустимо большое сопротивление и чрезмерно нагреваться проходящим током. Поэтому толщина провода не должна быть меньше определенной величины. Однако при слишком толстом проводе размеры и вес катушки окажутся чересчур большими. Для обмоток дросселей и трансформаторов низкой частоты ток, приходящийся на 1 *мм*^{2} сечения провода, не должен превышать 2—3 *а*. Если ток известен, то необходимый диаметр провода можно выбрать с помощью таблицы, данной на стр. 298.

КОНДЕНСАТОРЫ

Важной деталью в радиоаппаратуре являются конденсаторы. Простейший конденсатор представляет собой две металлические пластинки (обкладки), отделенные друг от друга тонким слоем какого-либо диэлектрика (рис. 3-14,*а*). В зависимости от материала диэлектрика конденсаторы могут быть следующих типов: воздушные, керамические с диэлектриком из особой керамической массы вроде фарфора, слюдяные, бумажные с диэлектриком из бумаги, пропитанной парафином, электролитические, в которых диэлектриком является слой окиси на поверхности алюминиевой пластины. Изображение конденсаторов на схемах показано на рис. 3-14,*б;* их обозначают буквой *С*.

Основным свойством конденсатора является его способность накапливать электрические заряды, т. е. запасать

электрическую энергию. Это свойство конденсатора называют электрической емкостью, или, просто, емкостью. На одной пластинке накапливается отрицательный заряд (избыток электронов), а на другой, наоборот, — положительный заряд (недостаток электронов). Положительный и отрицательный заряды взаимно притягиваются, и поэтому

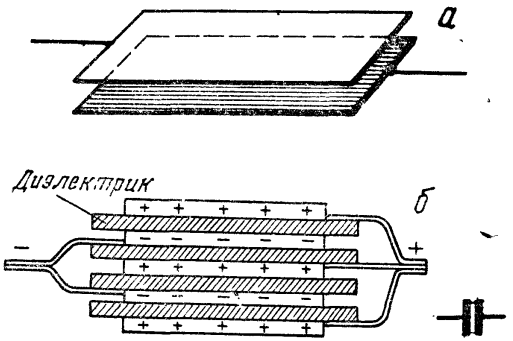


Рис. 3-14. Устройство простейшего (*а*) и многопластинчатого (*б*) конденсаторов и их изображение на схемах

становится возможным сосредоточить в конденсаторе сравнительно большие электрические заряды, которые удерживают друг друга.

Чем больше площадь пластинок конденсатора и чем меньше расстояние между ними, тем сильнее взаимное притяжение зарядов и тем больше емкость конденсатора, т. е. тем большие заряды можно накопить в нем. Если диэлектриком является воздух, то емкость получается наименьшей, а при наличии твердого диэлектрика емкость будет в несколько раз больше, чем у воздушного конденсатора таких же размеров.

Для измерения емкости служит единица, называемая фарадой. Однако она очень велика, и конденсатора емкостью в одну фараду не бывает, так как он имел бы гигантские размеры. В радиотехнике пользуются миллионной долей фарады, которая называется микрофарадой и обозначается *мкф*. Емкость в одну микрофараду также является довольно большой. Поэтому емкость многих конденсаторов измеряют еще меньшими единицами — пикофарадами, или микромикрофарадами. Они представляют собой миллионные доли микрофарады и обозначаются *пф* или *мкмкф* *.

* На конденсаторах эти единицы иногда обозначают буквами μF и pF или $\mu\mu F$.

В радиоаппаратуре встречаются конденсаторы самой различной емкости — от единиц пикофарад до десятков микрофарад. На рис. 3-15 показан внешний вид некоторых конденсаторов.

Чтобы получить бо́льшую емкость, не увеличивая размеры конденсаторов, их делают не с двумя, а с многими пластинка-

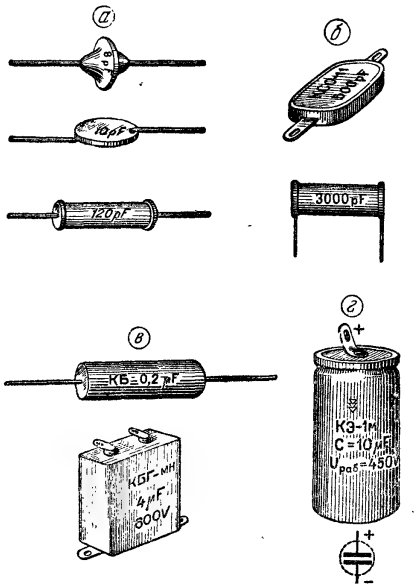


Рис. 3-15. Конденсаторы постоянной емкости: *а* — керамические; *б* — слюдяные; *в* — бумажные; *г* — электролитический и его изображение на схемах

ми, соединяя вместе все четные и все нечетные пластинки. Тогда каждая пара пластинок работает как простой двухпластинчатый конденсатор, что ясно из рис. 3-14,*б*.

Величина емкости всегда бывает обозначена на конденсаторе. Кроме того, обычно указывается наибольшее рабочее напряжение. Более высокое напряжение может пробить диэлектрик. Электролитические конденсаторы имеют определенную полярность и могут работать только при наличии постоянного напряжения. У них обычно алюминиевый корпус должен соединяться с отрицательным полюсом, а вывод, изолированный от корпуса, является плюсом.

Конденсатор обладает свойством, которое противоположно основному свойству катушки. Он не пропускает постоянный

ток, так как продолжительному движению электронов в одном направлении препятствует диэлектрик между пластинками. Зато переменный ток в цепи с конденсатором может проходить, так как электроны при переменном токе накапливаются то на одной, то на другой пластинке конденсатора. Конденсатор является для переменного тока некоторым сопротивлением. Его называют емкостным, и оно тем меньше, чем больше емкость конденсатора и чем выше частота тока.

Благодаря этому свойству конденсаторы применяются для разделения друг от друга постоянного и переменного токов, а также токов высокой и низкой частоты. Например, конденсатор небольшой емкости не пропускает постоянный ток и почти

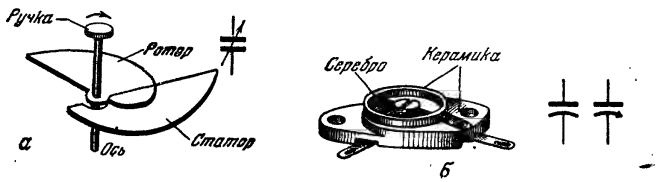


Рис. 3-16. Принцип устройства конденсатора переменной емкости (*а*), керамический подстроечный (полупеременный) конденсатор (*б*) и их изображение на схемах

не пропускает ток низкой частоты, так как для него сопротивление конденсатора очень велико. Но ток высокой частоты пройдет через такой конденсатор свободно. Для этого тока сопротивление конденсатора незначительно.

Большое применение имеют также конденсаторы переменной емкости. На рис. 3-16,*а* показаны принцип устройства и схематическое изображение конденсатора переменной емкости, имеющего систему неподвижных пластин, называемую статором, и систему подвижных пластин, укрепленных на оси, называемую ротором. При повороте оси конденсатора подвижные пластины входят в большей или меньшей степени в промежутки между неподвижными пластинами и емкость конденсатора увеличивается. Для простоты на рис. 3-16 показана только одна неподвижная пластина в положении, соответствующем некоторой сравнительно небольшой величине емкости. У конденсаторов переменной емкости величина емкости может изменяться в несколько десятков раз, например от 10 до 400 *пф*. Применяются также маленькие конденсаторы переменной емкости, обычно из двух пластинок, у которых емкость изменяется в небольших пределах, например от 4 до 20 *пф*. Они называются подстроечными, или полупеременными. Внешний вид и обозначения на схемах этих конденсаторов показаны на рис. 3-16,*б*.

Глава четвертая

КАК ПРОИСХОДИТ РАДИОПЕРЕДАЧА

РАДИОВЕЩАНИЕ И РАДИОСВЯЗЬ

Схема радиовещательной передачи изображена на рис. 4-1. Первым звеном в ней является микрофон, установленный в радиостудии — помещении, из которого ведутся передачи.

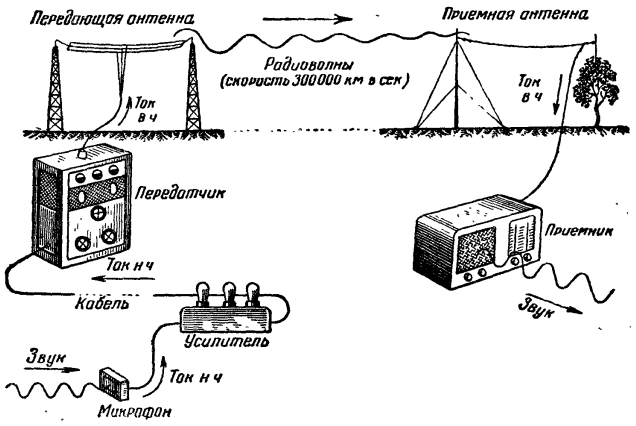


Рис. 4-1. Схема радиовещательной передачи

Микрофон преобразует звуковые колебания человеческой речи или музыки в переменные электрические токи низкой частоты. Эти токи своими колебаниями повторяют довольно точно звуковые колебания и имеют частоту от нескольких десятков до нескольких тысяч герц. Из микрофона токи низкой частоты направляются в усилитель, работающий на электронных лампах и питающийся постоянным током от специальных источников. Усиленные токи звуковой частоты поступают по кабелю на передающую радиостанцию.

Главной частью этой станции является радиопередатчик. Он представляет собой генератор токов высокой частоты, работающий также на электронных лампах и питающийся по-

стоянным током. Ток звуковой частоты воздействует в радиопередатчике на ток высокой частоты и изменяет его величину или частоту в соответствии с колебаниями звука. Процесс такого воздействия колебаний НЧ на токи ВЧ называется *модуляцией*. В результате модуляции передаваемые звуковые колебания будут переноситься высокочастотными колебаниями.

От радиопередатчика ток высокой частоты идет в антенну, представляющую собой систему проводов, подвешенных возможно выше. Проходящий по проводам антенны ток высокой частоты создает в окружающем пространстве радиоволны, называемые иначе *электромагнитными волнами*. Принято говорить, что антенна, в которой проходит ток высокой частоты, *излучает электромагнитные волны*.

Радиоволны распространяются во все стороны от передающей антенны с огромной скоростью, почти равной скорости света. Эта скорость составляет около 300 000 *км* в секунду, или 300 000 000 *м* в секунду. Для сравнения укажем, что скорость распространения звука в воздухе равна примерно 330 *м* в секунду, т. е. почти в миллион раз меньше скорости распространения радиоволн. Некоторое представление об огромной скорости распространения радиоволн дают следующие примеры. Радиоволна может обойти вокруг земного шара всего лишь за одну седьмую долю секунды! Когда из Большого театра в Москве по радио передают оперу, то звуки доходят до Дальнего Востока с помощью радиоволн раньше, чем до многих москвичей, сидящих в театре!

Излучаемые антенной радиоволны являются модулированными, т. е. изменяются в соответствии с передаваемыми звуками, так же как и токи высокой частоты, создающие радиоволны. Дойдя до приемной антенны, радиоволны возбуждают в ней токи высокой частоты, в точности повторяющие все изменения тока в передающей антенне. Однако эти токи очень слабы, так как в приемную антенну попадает ничтожная часть энергии волн, излучаемых радиопередающей станцией. Большая часть этой энергии бесполезно рассеивается в огромном пространстве, в котором расходятся радиоволны.

Из приемной антенны ток поступает в радиоприемник и усиливается в нем во много раз с помощью электронных ламп или полупроводниковых приборов. Кроме того, в приемнике ток высокой частоты преобразуется в ток низкой частоты, соответствующей передаваемым звукам. Такое преобразование называется детектированием. Полученный в результате детектирования ток низкой частоты обычно еще усиливается и в конце концов попадает в громкоговоритель или в телефон, который воспроизводит звуковые колебания. Радиоприемник, так же как и радиопередатчик, питается от источников постоянного тока.

Важным свойством радиоприемника является избирательность, т. е. способность усиливать токи только в пределах сравнительно узкой полосы частот.

Различные радиопередающие станции работают токами неодинаковой частоты. Поэтому в приемной антенне создаются токи самых различных частот от радиоволн многих передающих станций. Благодаря избирательности приемник усиливает токи, соответствующие только какой-то одной определенной радиостанции. Если бы приемник не обладал избирательностью, то он давал бы одновременно слышимость всех радиостанций, волны которых достигают приемной антенны. Приемник обычно бывает сделан так, что мы можем по своему желанию настроить его на ту или иную частоту, т. е. на ту или иную интересующую нас радиостанцию.

Радиопередача для целей связи ведется подобно рассмотренному выше радиовещанию. В случае радиотелеграфной связи микрофон не нужен, а в радиопередатчик включается телеграфный ключ, с помощью которого можно прерывать работу передатчика и таким образом посылать сигналы по телеграфной азбуке (точки и тире). На многих радиостанциях, особенно маломощных (например, на авиационных, судовых), телеграфный ключ и микрофон находятся непосредственно на самой радиостанции. У радиостанций большой мощности микрофон и ключ часто находятся в другом месте, на значительном расстоянии от передатчика, и соединены проволочными линиями с передатчиком. Радиопередача в одном направлении называется односторонней радиосвязью. Для осуществления двусторонней радиосвязи на каждой радиостанции должны быть и приемник, и передатчик.

От радиосвязи и радиовещания следует отличать вещание по проводам, в котором токи звуковой частоты от усилителя, находящегося на радиоузле, идут по проволочным линиям в громкоговорители, установленные в отдельных домах, клубах, на улицах и в других местах. Радиоузел имеет обычно приемник, на который принимается та или иная радиостанция для дальнейшей передачи ее программы по проводам. Кроме того, иногда на радиоузле бывает студия, в которой установлен микрофон для местных передач. Устройство узла проволочного вещания схематически показано на рис. 4-2. Следует отметить, что вещание по проводам получило широкое распространение только в СССР.

Радио имеет большие преимущества перед другими средствами связи. По радио можно осуществлять связь в любое время и на любые расстояния. Радиосвязь с автоматической межпланетной станцией, запущенной в СССР 12 февраля 1961 года к Венере, была осуществлена на много миллионов километров.

Радиоволны не боятся преград. Они несут нужную человеку информацию через леса и горы, пустыни и океаны. Они позволяют держать связь с движущимися объектами (пароходами, самолетами, поездами и т. д.). И, наконец, мы всегда учитываем основное и величайшее достоинство радио: возможность передачи сообщений любому количеству приемников и при этом с огромной скоростью.

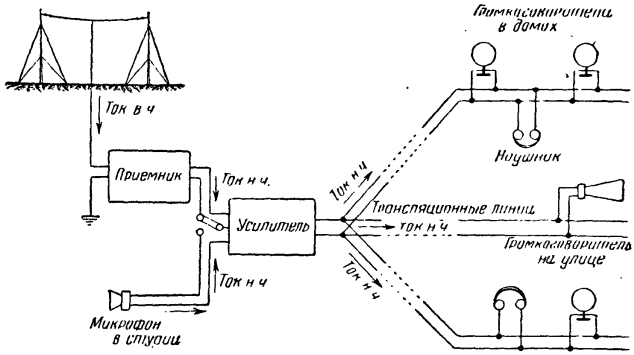


Рис. 4-2. Схема узла проволочного вещания трансляционного радиоузла

Наряду с этим радиосвязь имеет и недостатки: она подвержена помехам от электрических разрядов в воздухе, от различных электрических установок и других радиостанций; дальность ее зависит от времени года и времени суток. Радиопереговоры можно всегда подслушать, а с помощью специальных радиопеленгаторных станций можно определить местонахождение передающей радиостанции, что бывает иногда совершенно нежелательно, особенно во время военных действий, в условиях работы войсковых радиостанций или радиостанций военных кораблей.

МИКРОФОН, ТЕЛЕФОН И ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

Для радиопередач применяются различные типы микрофонов. В последнее время чаще всего используются электродинамические микрофоны. Они пригодны для речевых и музыкальных передач, вносят сравнительно небольшие искажения и не требуют для своей работы источников питания. Большей частью микрофоны по принципу устройства напоминают электродинамический громкоговоритель, о котором рассказано ниже.

Звуковые волны, попадающие в электродинамический мик-

рофон, приводят в колебание мембрану и скрепленную с ней легкую катушку, находящуюся в воздушном зазоре между полюсами постоянного магнита. Вследствие явления электромагнитной индукции в катушке возникает переменная э.д.с. звуковой частоты, которая подводится через повышающий трансформатор к усилителю. Трансформатор необходим потому, что сам микрофон развивает очень малую э.д.с. Внешний вид одного из электродинамических микрофонов типа СДМ показан на рис. 4-3.

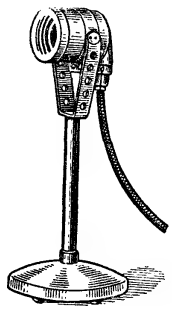


Рис. 4-3. Внешний вид микрофона типа СДМ

Рассмотрим теперь устройство телефона. В корпусе телефона *К*, изготовленном из металла или пластмассы (рис. 4-4,*а*), находится постоянный стальной магнит *М* с полюсными наконечниками из мягкой стали, на которые насажены электромагнитные катушки *ЭК* с большим числом витков тонкого провода. Сопротивление их бывает от нескольких сотен до тысяч ом. На корпусе *К* лежит тонкая жестяная мембрана *ЖМ*. Между мембраной и полюсными наконечниками имеется небольшой воздушный зазор. Мембрану прижимает по краям к корпусу навинчивающаяся крышка *А*, имеющая в центре отверстие.

Телефон осуществляет превращение электрических колебаний низкой частоты в звуковые колебания. Если в катушках телефона тока нет, то под влиянием постоянного магнита мембрана несколько прогибается (рис. 4-4,*б*), а когда в катушках проходит переменный ток, то сила притяжения

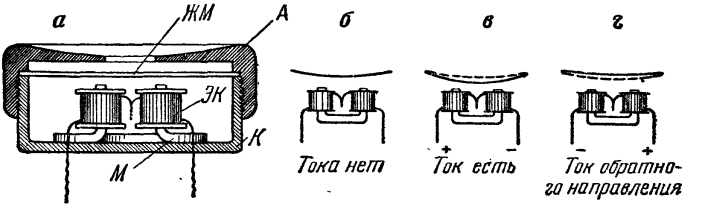


Рис. 4-4. Устройство телефона и принцип его работы

мембраны к магнитным полюсам все время меняется. При одном своем направлении ток усиливает магнит, так как создает в полюсных наконечниках магнитное поле, складывающееся с полем постоянного магнита, и мембрана прогибается сильнее (рис. 4-4,*в*). При обратном направлении ток создает магнитное поле, противоположное по направлению полю

постоянного магнита; получается ослабление магнита, и мембрана отходит (рис. 4-4,*г*). Таким образом, мембрана колеблется в обе стороны от первоначального положения с частотой переменного тока, проходящего по катушкам телефона. Возникает звуковая волна, и ухо, к которому приложен телефон, услышит звук.

При отсутствии в телефоне постоянного магнита колебания мембраны были бы значительно слабее и, кроме того, притяжение мембраны к электромагниту получалось бы при любом направлении тока. Она отклонялась бы от положения равновесия только в одну сторону, и частота звука стала бы удвоенной. Постоянный магнит увеличивает чувствительность телефона и устраняет удвоение частоты звука. Однако телефон всегда создает некоторые искажения.

Громкоговоритель, так же как и телефон, служит для преобразования энергии переменного тока низкой частоты в энергию звуковых волн. Телефон дает звук очень малой мощности, так как его мембрана имеет возможность совершать весьма слабые колебания, и, кроме того, сама мембрана имеет малые размеры. Если подвести к телефону значительное напряжение низкой частоты, то он будет сильно искажать звук.

Громкоговорители по конструкции значительно отличаются от телефона. Они разделяются на диффузорные и рупорные. В первых звук передается в воздух диффузором, представляющим собой большую мембрану конической формы из бумаги. Механизм громкоговорителя соединен с диффузором и приводит последний в колебание. В рупорных громкоговорителях, так же как в духовых музыкальных инструментах, звук передается от механизма с помощью рупора. Рупорные громкоговорители обладают резко выраженным направленным действием. Их используют при радиофикации улиц, площадей, стадионов, а также в звуковом кино. В радиоприемниках применяются диффузорные громкоговорители.

Хороший громкоговоритель должен давать звуковые колебания достаточной мощности и равномерно воспроизводить звуки различной частоты. Последнее качество в громкоговорителях получить трудно: все они воспроизводят звуки одних частот лучше, других — хуже, а звуки некоторых частот совсем не воспроизводят — срезают.

Наибольшее распространение получили электродинамические громкоговорители, называемые сокращенно динамиками (рис. 4-5). В динамике есть сильный постоянный магнит *М* в виде буквы *Ш* и около одного конца его центрального стержня имеется зазор, в котором помещена легкая звуковая катушка *ЗК*. В нее поступает ток низкой частоты, и благодаря взаимодействию переменного магнитного поля этой катушки с постоянным полем магнита возникают

колебания катушки вдоль зазора. Чтобы звуковая катушка была расположена точно в середине зазора и не касалась его стенок, применяют специальную центрирующую шайбу *ЦШ*. Она изготовляется из гибкого материала и имеет фигурные вырезы, увеличивающие ее гибкость. Края шайбы приклеены к краям звуковой катушки, а своей серединой шайба укрепляется на центральном стержне магнита так, чтобы центры стержня и шайбы точно совпадали. К звуковой катушке приклеен конусный диффузор *Д* из бумаги, края которого имеют гибкое крепление к кольцевому корпусу динамика.

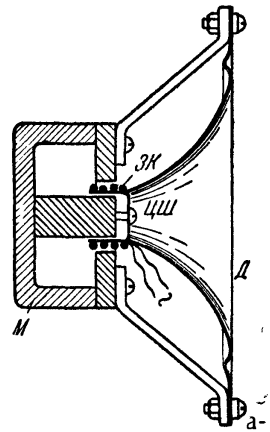


Рис. 4-5. Устройство электродинамического громкоговорителя

Звуковая катушка имеет обычно малое сопротивление. Таким образом, динамик является низкоомным громкоговорителем. Его всегда присоединяют к приемнику, усилителю или трансляционной сети через понижающий трансформатор. Тогда для токов звуковой частоты сопротивление первичной обмотки получается достаточно большим, порядка нескольких тысяч ом.

Встречаются также динамики с подмагничиванием (возбуждением), имеющие вместо постоянного магнита электромагнит. На его центральном стержне укреплена катушка, через которую пропускается постоянный ток.

Для хорошего воспроизведения звуков, особенно низших частот (басов), динамик устанавливают в акустическом экране в виде доски с круглым отверстием. Если динамик монтируется в ящике, то последний выполняет роль акустического экрана.

Помимо электродинамических, иногда применяются громкоговорители более устаревшей электромагнитной системы, напоминающие по своему устройству телефон. В их механизме имеются постоянный магнит и электромагнитные катушки. Когда через катушки проходит переменный ток звуковой частоты, то создается переменное магнитное поле. Оно приводит в колебание стальной якорек (или вибратор), закрепленный на пружине. Колебания вибратора передаются диффузору.

Электромагнитные громкоговорители являются высокоомными (их катушки имеют сопротивление порядка тысяч ом) и включаются обычно без всяких трансформаторов. Одним из наиболее распространенных громкоговорителей этого

типа следует считать теперь уже совершенно устаревший громкоговоритель «Рекорд». Он обладает хорошей чувствительностью, но, как и все электромагнитные громкоговорители, создает значительные искажения.

Встречаются также пьезоэлектрические громкоговорители и телефоны. В них имеется так называемый пьезоэлемент, представляющий собой кристалл особого химического вещества (обычно сегнетовой соли), сделанный в виде пластинки с металлическими обкладками. Если к обкладкам приложить переменное напряжение, то кристалл приходит в состояние колебаний. Эти колебания в телефоне передаются на мембрану из тонкого алюминия, а в громкоговорителе — на диффузор. Пьезоэлектрические телефоны и громкоговорители по сравнению с электромагнитными более чувствительны и создают меньшие искажения. Они имеют большое сопротивление для переменного тока и совершенно не пропускают постоянного тока. При непосредственном включении их в цепь с постоянным током необходимо параллельно присоединять сопротивление в несколько десятков килоом. Недостатком пьезоэлектрических приборов является нестойкость сегнетовой соли, которая портится от сырости и нагрева.

РАДИОВОЛНЫ И ИХ ДЛИНА

Радиоволны распространяются в безвоздушном пространстве нисколько не хуже, а даже лучше, чем в воздухе. Этим они сильно отличаются от звуковых волн, которые в безвоздушном пространстве вообще не могут распространяться. Звуковые волны в воздухе представляют собой передачу колебаний от одних частиц воздуха к другим его частицам, причем скорость этого процесса составляет примерно 330 *м* в секунду. А радиоволны, так же как и другие виды электромагнитных волн, например световые и тепловые лучи, распространяются в воздухе или в безвоздушном пространстве с огромной скоростью — около 300 000 *км* в секунду. Кроме того, радиоволны могут проходить сквозь многие вещества, например через деревянные и каменные стены. Поэтому прием радиоволн можно осуществить не только с помощью наружной антенны, подвешенной на открытом воздухе, но и на внутреннюю или комнатную антенну.

Еще в прошлом веке ученые предполагали, что все безвоздушное пространство и все промежутки между частицами обычных веществ заполнены «мировым эфиром», а электромагнитные волны представляют собой колебания частиц этого мирового эфира, обладающего особыми свойствами. Современная физика не подтверждает существование мирового эфира. Но еще до сих пор часто говорят, что радиостанции излучают волны «в эфир», что радиоволны распространяются «в

ло радиотелеграфных станций, передающих сигналы точного времени и сведения о погоде.

2. **Средние волны.** Этот диапазон, к которому относятся волны длиной от 3000 до 200 *м*, или частоты от 100 до 1500 *кгц*, гораздо интереснее. Из всего этого диапазона волны от 2000 до 200 *м* отведены для радиовещания и поэтому их называют радиовещательным диапазоном. На практике этот диапазон условно подразделяют на длинные волны — от 2000 до 600 *м* и средние волны — от 600 до 200 *м*. Дальность действия у волн этого диапазона значительно больше, чем у длинных волн, но зато слышимость менее постоянна, особенно на волнах от 200 до 600 *м*, которые вечером и ночью дают дальность действия бóльшую и слышимость гораздо лучшую, чем днем. На всем радиовещательном диапазоне можно разместить без взаимных помех 150 радиовещательных станций. Однако число их в одной только Европе значительно больше. Поэтому иногда одна и та же волна бывает дана нескольким станциям, по возможности маломощным и удаленным друг от друга. Но все же из-за такой тесноты «в эфире» нередко получаются сильные взаимные помехи.

Кроме вещательных станций, на диапазоне средних волн работает много радиотелеграфных станций: морских, авиационных и др. Например, волна 600 *м* предназначена для морской радиосвязи и по международным соглашениям используется для передачи сигнала бедствия. Вообще на волнах от 580 до 750 *м* радиовещательные станции не работают, так как эти волны заняты судовыми и портовыми радиостанциями. Часто этот участок совсем исключают из диапазона волн радиовещательных приемников.

3. **Промежуточные и короткие волны.** Диапазоны промежуточных волн от 200 до 50 *м* и коротких волн от 50 до 10 *м* на практике обычно называют вместе короткими волнами. Всему диапазону волн от 200 до 10 *м* соответствует диапазон частот от 1500 до 30 000 *кгц*. В диапазоне промежуточных волн работают главным образом радиотелеграфные и радиотелефонные станции для служебной связи, различные морские, авиационные и другие специальные радиостанции, а на волнах от 80 до 10 *м*, помимо таких станций, работает еще много радиовещательных передатчиков. Современные радиовещательные приемники обычно строятся на диапазоны от 10 до 80 *м* и от 200 до 2000 *м*.

Ценные качества коротких волн были впервые открыты радиолюбителями в 1920 году. До этого времени короткие волны считались непригодными для радиосвязи, и их выделили для экспериментальной работы радиолюбителям. Но в результате первых же опытов оказалось, что короткие волны при весьма небольшой мощности радиопередатчиков дают огромную дальность действия по сравнению с другими волнами.

составлять 500 *кгц*, то период колебания станет вдвое больше. Он будет равен двум миллионным долям секунды. За это время радиоволна пройдет путь в 600 *м*. Значит при уменьшении частоты вдвое длина волны увеличивается вдвое. И, наоборот, чем выше частота, тем короче волна. Если частота составляет 2 000 000 *гц*, или 2000 *кгц*, то длина волны будет 150 *м*, что легко получить путем деления 300 000 на 2000.

Иногда бывает нужно, зная длину волны радиостанции, определить ее частоту. В этом случае также необходимо разделить постоянное число 300 000 на длину волны в метрах. Частота получится в килогерцах. Например, если длина волны 50 *м*, то, разделив 300 000 на 50, получим частоту 6000 *кгц*, или 6 *Мгц*.

ДИАПАЗОНЫ РАДИОВОЛН

По существующим международным соглашениям радиоволны принято разделять на несколько участков, называемых диапазонами. Волны этих диапазонов имеют различные свойства, главным образом в отношении распространения.

1. **Длинные волны** занимают диапазон волн от 30 000 до 3000 *м*, что соответствует частотам от 10 до 100 *кгц*. Частота 10 *кгц*, или длина волны 30 000 *м*, является границей между высокими и низкими частотами. В настоящее время длинные волны имеют весьма небольшое применение, хотя в начале своего развития радиосвязь проводилась почти исключительно на этих волнах.

Недостатком длинных волн является то, что для их передачи на большие расстояния нужны передатчики огромной мощности. Это объясняется тем, что длинные волны распространяются вдоль земной поверхности, огибая ее кривизну, и их энергия сильно поглощается землей, а также всеми складками местности и предметами на поверхности земли (лесами, горами, городскими зданиями и т. д.). Диапазон длинных волн непригоден для работы большого числа радиостанций без взаимных помех. Чтобы устранить взаимные помехи при радиотелефонной передаче, необходимо каждой радиостанции отвести некоторый участок в диапазоне частот, или, как принято говорить, некоторую полосу частот. Например, для радиовещательных станций принята полоса частот 9 *кгц*. Нетрудно подсчитать, что в диапазоне длинных волн, занимающем частоты от 10 до 100 *кгц*, можно разместить без помех друг другу всего лишь десять радиостанций.

Достоинством длинных волн является то, что дальность их действия и слышимость мало зависят от времени года и времени суток. Такого постоянства у большинства других радиоволн нет. Сейчас на длинных волнах работает небольшое чис-

ло радиотелеграфных станций, передающих сигналы точного времени и сведения о погоде.

2. **Средние волны.** Этот диапазон, к которому относятся волны длиной от 3000 до 200 *м*, или частоты от 100 до 1500 *кгц*, гораздо интереснее. Из всего этого диапазона волны от 2000 до 200 *м* отведены для радиовещания и поэтому их называют радиовещательным диапазоном. На практике этот диапазон условно подразделяют на длинные волны — от 2000 до 600 *м* и средние волны — от 600 до 200 *м*. Дальность действия у волн этого диапазона значительно больше, чем у длинных волн, но зато слышимость менее постоянна, особенно на волнах от 200 до 600 *м*, которые вечером и ночью дают дальность действия бóльшую и слышимость гораздо лучшую, чем днем. На всем радиовещательном диапазоне можно разместить без взаимных помех 150 радиовещательных станций. Однако число их в одной только Европе значительно больше. Поэтому иногда одна и та же волна бывает дана нескольким станциям, по возможности маломощным и удаленным друг от друга. Но все же из-за такой тесноты «в эфире» нередко получаются сильные взаимные помехи.

Кроме вещательных станций, на диапазоне средних волн работает много радиотелеграфных станций: морских, авиационных и др. Например, волна 600 *м* предназначена для морской радиосвязи и по международным соглашениям используется для передачи сигнала бедствия. Вообще на волнах от 580 до 750 *м* радиовещательные станции не работают, так как эти волны заняты судовыми и портовыми радиостанциями. Часто этот участок совсем исключают из диапазона волн радиовещательных приемников.

3. **Промежуточные и короткие волны.** Диапазоны промежуточных волн от 200 до 50 *м* и коротких волн от 50 до 10 *м* на практике обычно называют вместе короткими волнами. Всему диапазону волн от 200 до 10 *м* соответствует диапазон частот от 1500 до 30 000 *кгц*. В диапазоне промежуточных волн работают главным образом радиотелеграфные и радиотелефонные станции для служебной связи, различные морские, авиационные и другие специальные радиостанции, а на волнах от 80 до 10 *м*, помимо таких станций, работает еще много радиовещательных передатчиков. Современные радиовещательные приемники обычно строятся на диапазоны от 10 до 80 *м* и от 200 до 2000 *м*.

Ценные качества коротких волн были впервые открыты радиолюбителями в 1920 году. До этого времени короткие волны считались непригодными для радиосвязи, и их выделили для экспериментальной работы радиолюбителям. Но в результате первых же опытов оказалось, что короткие волны при весьма небольшой мощности радиопередатчиков дают огромную дальность действия по сравнению с другими волнами.

Рис. 4-7. Распространение длинных и коротких волн

Это главное свойство коротких волн объясняется тем, что они распространяются на большие расстояния не вдоль земной поверхности, а другим путем. На рис. 4-7 для сравнения показано распространение длинных и коротких волн. Как видно, короткие волны идут от передающей антенны на значительную высоту (примерно на 100—400 *км*), где они встречают ионизированный слой воздуха, который отражает эти волны обратно на землю *. Таким путем волны попадают в местности, весьма отдаленные от передатчика, не испытывая поглощения землей. Часть волн, излучаемых коротковолновой передающей антенной, движется вдоль земной поверхности, но быстро поглощается ею, и на расстояниях в несколько десятков километров слышимость обычно уже отсутствует. Возобновляется она на значительном удалении, т. е. там, куда приходит отраженная волна. Поэтому на коротких волнах образуется так называемая мертвая зона, или зона молчания, в которой прием радиостанции невозможен.

Высота отражающего ионизированного слоя, а следовательно, и размеры мертвой зоны ночью больше, чем днем, и зимой больше, чем летом. Это создает непостоянство в слышимости коротковолновых радиостанций. Например, хорошо слышимая днем радиостанция может быть совсем не слышна ночью, когда мертвая зона станет больше и захватит приемную станцию. Такое неприятное явление особенно заметно на более коротких волнах (10—30 *м*), на которых мертвая зона вообще больше. Чтобы уменьшить мертвую зону, многие коротковолновые станции, и в частности вещательные, работающие днем на более коротких волнах (10—30 *м*), вечером удлиняют свою волну до 30—50 *м*.

* Ионизированный слой (или ионосфера) является в некоторой степени проводником в отличие от воздуха нижних слоев атмосферы, имеющего свойства хорошего диэлектрика.

На коротких волнах часто наблюдается более или менее резкое колебание и даже полное пропадание слышимости во время приема, называемое замиранием. Иногда оно проявляется так сильно, что прием становится невозможным. Замирание также бывает на более длинных волнах, примерно до 600—800 *м*, но гораздо реже и в меньшей степени.

Неустойчивость слышимости и зависимость распространения от времени года и времени суток являются главными недостатками коротких волн. Тем не менее короткие волны используются очень широко. Ценным их свойством является то, что на всем диапазоне от 200 до 10 *м* можно разместить без взаимных помех около 3000 радиовещательных станций. Число радиотелеграфных станций, которые могут работать на этом диапазоне, еще больше, так как для каждой из них требуется полоса частот не 9 *кгц*, а в несколько раз меньше.

В настоящее время на диапазоне коротких волн работают десятки тысяч различных радиостанций всех стран мира. Этот диапазон является наиболее «густо населенным». Для радиовещания и для любительской радиосвязи на нем отведены небольшие участки.

4. **Ультракороткие волны.** Эти волны, обозначаемые сокращенно УКВ и называемые также ультравысокими, или сверхвысокими, частотами (УВЧ или СВЧ), занимают особое положение Они разделяются на следующие диапазоны: метровые волны — от 10 до 1 *м*, дециметровые — от 1 *м* до 10 *см*, сантиметровые — от 10 до 1 *см* и, наконец, миллиметровые — от 1 *см* до 1 *мм*. Частоты, соответствующие этим волнам, колоссальны. Например, диапазону сантиметровых волн соответствуют частоты от 3000 до 30 000 *Мгц*, т. е. от 3 до 30 миллиардов колебаний в секунду!

Все эти волны пригодны для связи между радиостанциями, расположенными на поверхности Земли, главным образом на расстояниях не свыше нескольких десятков километров, иногда до 100—200 *км*. УКВ почти не могут огибать земной шар и распространяются главным образом в пределах прямой видимости, т. е. при отсутствии каких-либо препятствий между передающей и приемной антеннами. При некоторых условиях иногда связь на УКВ осуществляется и на больших расстояниях. В космических пространствах УКВ могут распространяться на сотни тысяч километров и более. Именно эти волны используются для связи с искусственными спутниками Земли и космическими ракетами.

На УКВ удается значительно уменьшить размеры приемников, передатчиков и антенн. Большой диапазон частот позволяет разместить на УКВ огромное количество радиостанций без взаимных помех. Ультракороткие волны являются единственно пригодными для телевизионного вещания. Прием УКВ

характерен постоянством слышимости, отсутствием замирания, а также уменьшением различных помех. Эти волны, особенно дециметровые и сантиметровые, очень легко можно передавать в одном определенном направлении, как лучи прожектора, что делает их наиболее пригодными для радиолокации. Установлено, что УВЧ оказывают сильное влияние на живые организмы.

Глава пятая

КАК УСТРОЕНЫ И РАБОТАЮТ РАДИОПРИЕМНИКИ

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ КОНТУРЫ

Важной составной частью каждого радиоприемника является колебательный контур, называемый просто контуром и состоящий из катушки и конденсатора. Принцип устройства колебательного контура и его схематическое

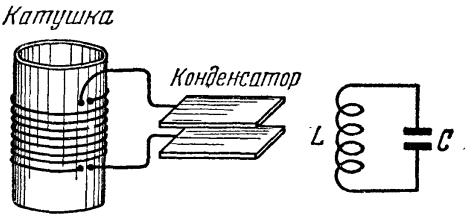


Рис. 5-1. Устройство колебательного контура и его изображение на схемах

изображение показаны на рис. 5-1. Рассмотрим, как происходит процесс электрических колебаний в контуре.

Если каким-нибудь способом зарядить конденсатор контура, т. е. создать на одной его обкладке избыток электронов, а на другой — недостаток, то под действием напряжения конденсатора в катушке возникает ток. Конденсатор будет разряжаться на катушку. При этом с одной обкладки конденсатора, заряженной отрицательно, электроны уходят, а на другую обкладку приходят. Конденсатор работает как источник тока и отдает свой запас энергии катушке. В некоторый момент конденсатор полностью разряжается, напряжение на нем уменьшается до нуля и вся энергия оказывается запасенной в магнитном поле катушки. После этого катушка и конденсатор меняются ролями: катушка становится источником тока, отдает энергию обратно конденсатору и поддерживает существование тока в контуре.

В результате через некоторый промежуток времени конденсатор перезаряжается. Когда вся энергия перейдет из

катушки обратно в конденсатор, то напряжение на нем станет наибольшим, но знаки зарядов на обкладках будут обратными по сравнению с первоначальными. Теперь конденсатор снова начнет заряжаться и отдавать энергию катушке, т. е. опять будет работать как источник тока. Весь рассмотренный процесс повторится, но в обратном направлении, затем он повторится в прежнем направлении, потом в обратном и т. д. Электроны в колебательном контуре движутся то в одном, то в обратном направлении и создают переменный ток, т. е. совершают в контуре колебания. Их движение вперед и назад напоминает колебания часового маятника.

Частота этих колебаний, называемых свободными, или собственными, колебаниями, зависит от того, какие катушки и конденсатор применены в контуре. Если увеличить емкость конденсатора, то он будет разряжаться и заряжаться дольше и частота колебаний станет меньше. Наоборот, для повышения частоты колебаний надо емкость конденсатора уменьшить. Катушка также влияет на частоту собственных колебаний в контуре. Чем больше ее индуктивность, тем медленнее разряжается и заряжается конденсатор и тем меньше частота колебаний.

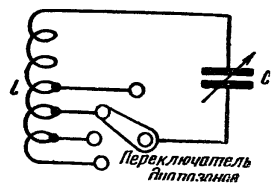


Рис. 5-2. Схема контура на широкий диапазон волн

Такое уменьшение частоты достигается увеличением числа витков катушки и ее диаметра, а также введением в катушку сердечника из магнитного материала.

Применяя в колебательном контуре конденсатор переменной емкости, можно изменять частоту тока в два-три раза. Для изменения частоты в более широких пределах у катушки делают отводы, присоединенные к контактам переключателя диапазонов, позволяющего включать разное число витков. Изменение частоты колебаний в контуре называют настройкой контура. На рис. 5-2 показана схема контура, имеющего переключатель диапазонов и плавную настройку с помощью конденсатора переменной емкости. Плавное изменение частоты можно также осуществить перемещением внутри катушки сердечника из магнитодиэлектрика, а также перемещением внутри или около катушки куска немагнитного металла (алюминия, меди). При введении в катушку немагнит-

ного металла частота собственных колебаний в контуре увеличивается.

В приемниках часто применяется несколько колебательных контуров, настраивающихся одновременно на одну и ту же частоту. Для этой цели используются так называемые блоки, или агрегаты, состоящие из двух или большего числа конденсаторов переменной емкости, у которых роторы укрепляются на одной общей оси. С целью устранения вредного взаимного влияния катушки часто помещают в металлические чехлы, называемые экранами. На схемах объединение нескольких конденсаторов переменной емкости в один агрегат показывают с помощью штриховой пунктирной линии, как это изображено на рис. 0,3,*г* (см. приложения). Экраны также показывают штриховой линией.

Каждый колебательный контур обладает важным свойством отзываться, или, как говорят, резонировать, на электрические колебания, имеющие частоту, совпадающую с частотой, на которую настроен сам контур. Если контур, настроенный на некоторую частоту, например на 800 *кгц*, подвергается воздействию электрических колебаний, имеющих иную частоту, например 900 *кгц*, то в нем возникают очень слабые колебания с частотой 900 *кгц*. Но если на такой контур воздействуют колебания с частотой, равной частоте самого контура (в нашем примере 800 *кгц*), то в нем возникают гораздо более сильные колебания, подобно тому, как слабыми толчками можно сильно раскачать тяжелые качели, если частота толчков равна частоте колебаний самих качелей. Так и в колебательном контуре под воздействием слабых колебаний возникают более сильные. Такое явление называется резонансом и играет важную роль в радиотехнике.

Резонанс — это способность контура усиливать только те воздействующие на него электрические колебания, частота которых совпадает с частотой собственных колебаний самого контура. Мы знаем, что приемная антенна находится под действием радиоволн, приходящих от многих радиостанций, работающих на разных частотах, или, иначе говоря, на разных волнах. Все эти волны вызывают в антенне переменные токи различной частоты, которые воздействуют на колебательный контур, имеющийся в приемнике. Но благодаря явлению резонанса усиленные электрические колебания в контуре могут получаться только с той частотой, на которую настроен контур, поэтому резонансные свойства контура объясняют также и его избирательность.

Таким образом, контур отзывается на колебания одной определенной частоты и создается возможность приема сигналов одной радиостанции без помех со стороны других станций. Настраивая контур с помощью переключателя диапазонов и конденсатора переменной емкости на различные частоты, мы

можем по своему желанию принимать сигналы той или иной интересующей нас радиостанции. Практически одиночный контур обладает обычно недостаточной избирательностью и принимает также колебания с частотами, заметно отличающимися от частоты его настройки. В результате нередко возникают помехи со стороны радиостанций, работающих на частотах, близких к частоте принимаемой станции. Но если в приемнике применить не один, а несколько контуров, настраивающихся в резонанс на частоту принимаемой станции, то избирательность будет значительно лучше, чем при одном контуре. Дальше мы еще вернемся к этому вопросу.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

Второй важной частью радиоприемника являются электронные лампы. Электронные лампы и колебательные контуры применяются в качестве главных составных частей не только в радиоприемниках, но и в радиопередатчиках. Именно с помощью электронных ламп и колебательных контуров в передатчиках получают токи высокой частоты, необходимые для создания радиоволн.

Простейшей электронной лампой является двухэлектродная лампа, называемая диодом. У такой лампы в стеклянном или металлическом баллоне, из которого выкачан воздух,

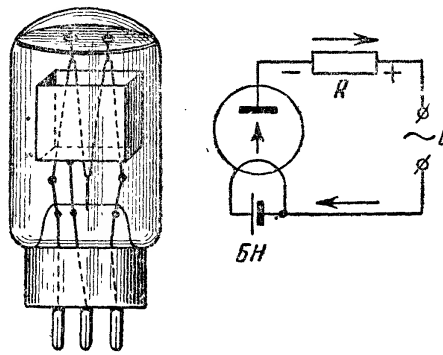


Рис. 5-3. Принцип устройства и схема включения диода

находятся два электрода: накаленный катод и анод. Диод применяется для выпрямления переменного тока, т. е. для преобразования переменного тока в ток одного направления, и используется в приемниках в качестве детектора.

На рис. 5-3 показаны в упрощенном виде принцип устройства диода и схема его включения для выпрямления перемен-

ного тока. К катоду, представляющему собою тонкую металлическую проволочку, присоединена батарея накала *БН*. Напряжение между анодом и катодом создается анодным источником *Е*, зажимы которого показаны на схеме рис. 5-3. Анодным источником для диода, как правило, является источник переменного напряжения. Когда диод работает в качестве детектора в приемнике, таким источником является колебательный контур, в котором под влиянием принимаемых сигналов получаются электрические колебания высокой частоты. Если же диод используется для выпрямления переменного тока электрической сети, то именно сама сеть служит анодным источником. В этом случае для повышения напряжения сети часто включают повышающий трансформатор и тогда роль анодного источника выполняет вторичная обмотка трансформатора. Сопротивление *R*, показанное на схеме рис. 5-3, изображает потребитель энергии выпрямленного тока (например, в случае простейшего приемника с диодом в качестве детектора потребителем является телефон).

Работа диода происходит следующим образом. Катод нагревается током от батареи накала до высокой температуры (около 1000° С) и от такого сильного нагрева из него в большом количестве вылетают электроны. Свойство накаленного катода испускать электроны называется электронной эмиссией.

Для маломощных ламп, применяемых в радиоприемниках, батарея накала имеет напряжение в несколько вольт, а ток накала, разогревающий катод, обычно составляет несколько десятков миллиампер.

Вокруг катода расположен анод в виде металлической коробочки или цилиндрика. Когда анод имеет положительный заряд, то он притягивает к себе электроны, вылетающие из катода. Поток электронов, летящих от катода, попадает на анод и движется через сопротивление *R* в направлении к анодному источнику. Этот поток электронов является анодным током. Путь электронов анодного тока показан на рис. 5-3 стрелками. Вся цепь, по которой идет анодный ток, называется анодной цепью.

Когда анод имеет отрицательный заряд, то он не притягивает к себе электроны, испускаемые катодом, а, наоборот, отталкивает их обратно на катод. Сам же анод не накален и поэтому не испускает электронов, которые могли бы лететь к катоду. В этом случае анодный ток отсутствует. Таким образом, анодный ток проходит только тогда, когда напряжение между анодом и катодом, называемое анодным напряжением, будет положительным, т. е. когда анод заряжен положительно по отношению к катоду. Иначе говоря, диод проводит анодный ток только в одном направлении.

Если бы сопротивление R было непосредственно подключено к источнику переменного напряжения E, то через это сопротивление проходил бы переменный ток. Благодаря включению диода, который действует подобно клапану или вентилю, через сопротивление R проходит ток в одном направлении. При этом напряжение на сопротивлении R имеет полярность, показанную на схеме рис. 5-3 знаками «—» и «+» (напомним, что стрелки показывают направление движения электронов от минуса к плюсу). Далее мы еще встретимся с различными схемами для практического использования диодов.

Еще более важной является трехэлектродная лампа, называемая иначе триодом. Ее устройство и схематическое изображение, а также включение источников питания к лампе изображены на рис. 5-4. В этой лампе попрежнему имеются катод, накаливаемый батареей накала, и анод. Анодным источником для триода всегда является источник постоянного напряжения, например специальная анодная батарея ($БА$) с напряжением в несколько десятков вольт. Положительный полюс (плюс) анодной батареи соединяется через нагрузочное сопротивление R_a с анодом лампы. Отрицательный полюс (минус) анодной батареи соединяется с катодом лампы и, кроме того, обычно заземляется. В анодной цепи триода проходит анодный ток, величина которого в маломощных лампах для радиоприемников обычно не превышает нескольких миллиампер. На схеме рис. 5-4 стрелками показано направление движения электронов анодного тока.

Третий электрод — сетка, сделанная из проволоки, располагается между анодом и катодом. Она служит для управления потоком электронов, летящих от катода к аноду, и поэтому ее называют управляющей сеткой. Благодаря тому что сетка расположена между анодом и катодом, она ослабляет притягивающее действие анода на электроны, вылетающие из катода, а сама действует на поток электронов достаточно сильно. Если дать сетке даже небольшой отрицательный заряд, то она будет отталкивать электроны, и анодный ток значительно уменьшится. Увеличивая отрицательное напряжение на сетке, можно совсем прекратить прохождение электронов к аноду, т. е., как говорит, «запереть» лампу. Если же дать на сетку небольшой положительный заряд, то она будет помогать аноду притягивать электроны, которые в гораздо большем количестве полетят на анод сквозь просветы сетки. Это значит, что анодный ток возрастет. Некоторое число электронов попадает и на сетку.

Подавая на сетку лампы сравнительно слабое переменное напряжение, т. е. попеременно положительные и отрицательные заряды, можно получить значительные изменения анодного тока с той же частотой, какую имеет переменное напря-

жение на сетке. Поскольку анодный ток создает на сопротивлении R_a падение напряжения, то при колебаниях анодного тока напряжение на R_a также будет совершать колебания. При этом в анодной цепи можно получить значительно более сильное переменное напряжение, нежели поданное в цепь сетки. Такое усиление электрических колебаний является главным и весьма ценным свойством триода. Оно совершается за счет энергии анодной батареи. Энергия слабых электрических колебаний, подводимых ко входу схемы, т. е. к сетке, нужна лишь для управления анодным током, мощность которого значительно больше, чем мощность колебаний в цепи сетки.

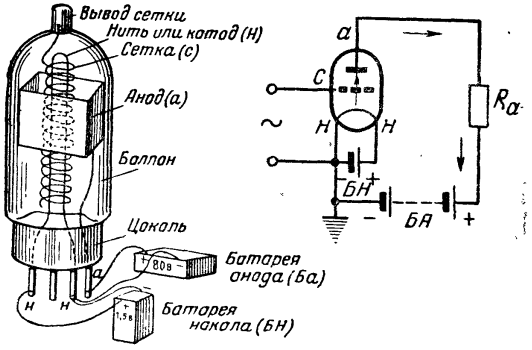


Рис. 5-4. Устройство и схема включения трехэлектродной лампы

Усиленные с помощью лампы электрические колебания получаются на выходе схемы, т. е. в нагрузочном сопротивлении R_a, включенном в анодную цепь. В качестве него в некоторых случаях может быть включен телефон или громкоговоритель, а во многих радиосхемах, о которых будет рассказано ниже, роль анодного нагрузочного сопротивления выполняет обычное сопротивление, трансформатор или колебательный контур (рис. 5-5). Для получения хорошего усиления нагрузочное анодное сопротивление не должно быть слишком малым. Как правило, его величина составляет от нескольких тысяч до сотен тысяч ом.

Схема с триодом и нагрузочным сопротивлением в анодной цепи, служащая для усиления электрических колебаний, называется усилительным каскадом. Триод может применяться для усиления колебаний высокой или низкой частоты, а также для детектирования, которое основано на выпрямлении переменного тока. Детектирование возможно потому, что триод, так же как и диод, проводит ток только в одну

сторону. Действительно, ведь электроны в триоде могут двигаться только в одном направлении — от накаленного катода к аноду и к сетке, если последние заряжены положительно. В обратную сторону электроны идти не могут, так как анод и сетка не накалены и поэтому не испускают электронов. Когда триод используется для детектирования, то одновременно он всегда дает и усиление колебаний.

Если усиление колебаний, даваемое одной лампой, недостаточно, то усиленные колебания из анодной цепи данной лампы подают для дальнейшего усиления на сетку второй лампы. Затем можно усиленные колебания из анодной цепи этой лампы подать на сетку третьей лампы и т. д. Каждый усилительный каскад с триодом в среднем дает усиление электрических колебаний в несколько десятков раз. Благодаря этому даже с одноламповым приемником возможен прием слабых сигналов от удаленных радиостанций, а приемник с двумя-тремя лампами уже позволяет вести прием на громкоговоритель.

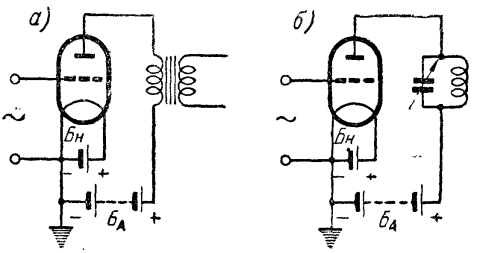


Рис. 5-5. Усилитель с трансформатором или колебательным контуром

Для улучшения работы усилительного каскада на сетку его лампы подают постоянное отрицательное напряжение, называемое сеточным смещением, или просто смещением. Если лампа работает без сеточного смещения, то при усилении переменного напряжения во время того полупериода, когда напряжение на сетке положительное, возникает так называемый сеточный ток (ток сетки). Он образуется за счет электронов, притягивающихся к положительно заряженной сетке. При возникновении сеточного тока усиление уменьшается и создаются значительные искажения усиливаемых колебаний.

Отрицательное сеточное смещение служит для устранения вредного сеточного тока. Когда сеточное смещение правильно выбрано, то напряжение на сетке при усилении все время остается отрицательным и поэтому сеточный ток не возникает. В маломощных усилительных каскадах величина смещения

составляет обычно 1÷3 *в*, а в более мощных каскадах смещение бывает до 10÷15 *в* и выше.

Сеточное смещение может быть подано от специального источника в виде небольшой батарейки, как показано на схеме рис. 5-6, *а*, на которой усиливаемые колебания подаются

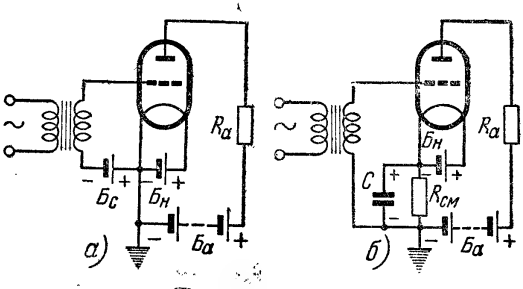


Рис. 5-6. Сеточное смещение от отдельной батареи (*а*) и автоматическое смещение (*б*)

через трансформатор (возможны и другие схемы входной части). Часто смещение получают от анодного источника с помощью специальной схемы, показанной на рис. 5-6,*а*. В этой схеме в цепь анода между катодом и минусом анодного источника включено сопротивление $R_{см}$, которое называют сопротивлением автоматического смещения, или катодным сопротивлением. Анодный ток создает на нем падение напряжения, у которого полярность показана знаками «+» и «—» (это следует из того, что электроны движутся от минуса к плюсу). Цепь сетки подключается к минусу анодного источника, благодаря чему на сетке получается отрицательное смещение, равное падению напряжения на сопротивлении $R_{см}$. Например, если $R_{см}=2000$ *ом* $=2$ *ком* и анодный ток $I_a=1{,}5$ *ма*, то напряжение смещения равно $E_{см}=I_a\ R_{см}=1{,}5\cdot 2=3$ *в*.

Но при работе усилителя в анодной цепи, кроме постоянного тока, имеется еще и переменный ток, представляющий собой колебания анодного тока под влиянием переменного сеточного напряжения. Именно этот переменный анодный ток является полезным, так как он создает на нагрузочном сопротивлении R_a усиленное переменное напряжение. Чтобы этот ток не создавал падения напряжения на сопротивлении $R_{см}$, параллельно $R_{см}$ обычно включается конденсатор C (рис. 5-6, *б*). Емкость его выбирается такой, чтобы он имел сопротивление для переменного тока во много раз меньшее, чем $R_{см}$. Тогда переменный анодный ток будет практически весь проходить через конденсатор C. На низких частотах ем-

кость C должна быть порядка единиц или десятков микрофарад, а на высоких частотах она берется значительно меньше, обычно не более нескольких тысяч пикофарад.

Для упрощения иногда в маломощных усилительных каскадах при усилении слабых колебаний смещение на сетку вообще не подают.

В современных приемниках для получения большого усиления и для некоторых специальных цепей применяют также лампы с двумя, тремя и даже пятью сетками. Они во многих отношениях значительно лучше триодов и могут дать усиление до нескольких сот на каждую лампу.

Четырехэлектродная лампа с двумя сетками, изображенная схематически на рис. 5-7, называется тетродом. Первая сетка в тетроде, расположенная ближе к катоду, является управляющей и работает так же, как и сетка в триоде. На нее подаются те электрические колебания, которые необходимо усилить. Вторая сетка, расположенная между управляющей сеткой и анодом, называется экранирующей (или экранной) сеткой и служит для устранения вредной емкости между анодом и управляющей сеткой. Эта емкость при высоких частотах создает неустойчивую работу усилителя и искажения усиливаемых колебаний. Кроме того, при наличии экранирующей сетки лампа дает большее усиление переменных напряжений, чем то, которое получается с триодом.

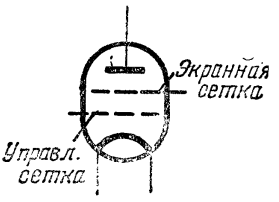


Рис. 5-7. Схематическое изображение тетрода

Для правильной работы тетрода на его экранирующую сетку дается от анодного источника некоторое положительное напряжение, меньшее, чем на анод. Это напряжение обычно подается через сопротивление R, включенное между плюсом анодного источника и экранирующей сеткой (рис. 5-8). Часть электронов, летящих от катода по направлению к аноду, попадает на экранирующую сетку и образует ток экранирующей сетки, который проходит через сопротивление R. Именно за счет этого тока в сопротивлении R получается потеря части напряжения. Ток экранирующей сетки, как правило, в несколько раз меньше анодного тока. Сопротивление R бывает порядка тысяч или десятков тысяч ом и больше.

В схемах с тетродами экранирующая сетка всегда соединяется катодом через конденсатор C. Чтобы тетрод хорошо работал, этот конденсатор должен иметь малое сопротивление для переменного тока. Поэтому в усилителях высокой частоты его емкость составляет не менее нескольких тысяч пикофарад, а в усилителях низкой частоты она значительно больше —

не менее десятых долей микрофарады или даже порядка нескольких микрофарад.

Особенно широкое применение имеют пятиэлектродные лампы с тремя сетками, называемые пентодами.

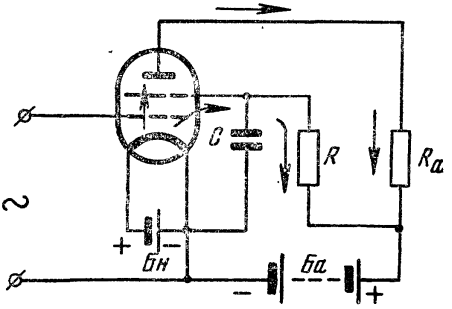


Рис. 5-8. Схема включения тетрода в усилительный каскад

Схематическое изображение таких ламп показано на рис. 5-9. Пентоды имеют управляющую и экранирующую сетки, а также третью сетку, расположенную между экранирующей сеткой и анодом и называемую защитной, или противодинатронной, сеткой. Она обычно соединяется с катодом, причем это соединение часто делается внутри лампы. Защитная сетка служит для устранения вредного влияния так называемых вторичных электронов, которые выбиваются из анода ударами электронов, летящих от катода.

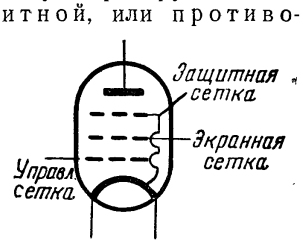


Рис. 5-9. Схематическое изображение пентода

Если защитной сетки не будет, то вторичные электроны могут при некоторых условиях лететь с анода на экранирующую сетку, образуя внутри лампы ток, направленный навстречу основному анодному току. При таком явлении, называемом динатронным эффектом, работа лампы значительно ухудшается.

Поскольку в тетродах нет защитной сетки и может возникнуть ток вторичных электронов, в настоящее время наряду с пентодами применяются только так называемые лучевые тетроды, в которых ток вторичных электронов устранен за счет особой конструкции сеток.

Схема включения пентодов или лучевых тетродов обычно

такая же, как на рис. 5-8. Если эти лампы применяются для усиления более мощных колебаний, то на экранирующую сетку подают напряжение, равное анодному или даже более высокое. Тогда анодный ток получается большим. В этом случае сопротивление R берут малым или даже совсем исключают и соединяют экранирующую сетку непосредственно с плюсом анодного источника.

Семиэлектродные лампы с пятью сетками, называемые гептодами, применяются во многих современных приемниках. В гептодах более старого типа (рис. 5-10,*а*), называвшихся ранее пентагридами, сетки *1* и *4* являются управляющими, а сетки *3* и *5*, соединенные друг с другом внутри

Рис. 5-10. Схематические изображения гептодов: *а* — старого типа; *б* — нового типа

лампы, — экранирующими. Катод и сетки *1* и *2* образуют триод, причем сетка *2* выполняет роль анода этого триода. У гептодов нового типа (рис. 5-10,*б*) управляющими служат сетки *1* и *3*, экранирующими являются сетки *2* и *4*, соединенные вместе, а сетка *5* — защитная. Кроме того, сетка *2* также работает в качестве анода триодной части лампы. Об использовании гептодов мы расскажем далее.

Надо отметить, что иногда тетроды или пентоды используют в качестве триодов. В этом случае анод соединяют проводником с экранирующей сеткой, которая будет работать как часть анода (рис. 5-11,*а*), а если от защитной сетки имеется вывод, то ее соединяют с анодом (рис. 5-11,*б*). Подобно этому триод может работать в качестве диода, если у него соединить вместе анод и сетку.

Помимо рассмотренных ламп, отличающихся друг от друга количеством сеток, в радиоаппаратуре широко применяются сложные, или комбинированные, лампы, содержащие в одном баллоне две или даже три лампы. К сложным лампам относятся: двойные диоды (рис. 5-12,*а*), двойные триоды (рис. 5-12,*б*), триоды с одним или двумя диодами

(рис. 5-12,*в*), пентоды с одним или двумя диодами (рис. 5-12,*г*), а также триоды-пентоды (рис. 5-12,*д*), гриоды-гептоды и др.

На схематических изображениях таких ламп для упрощения показывают одну нить накала, но на самом деле отдельные лампы, находящиеся внутри баллона, обычно имеют свои нити накала, включенные параллельно. Но от всех нитей делаются общие выводы через стекло баллона в виде двух проводников.

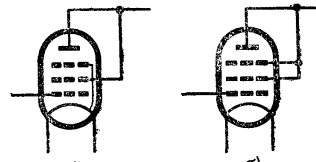


Рис. 5-11. Включение пентода триодом

Для приемно-усилительных ламп установлена единая система обозначений (условных названий), по которой первый элемент обозначения показывает напряжение накала в воль-

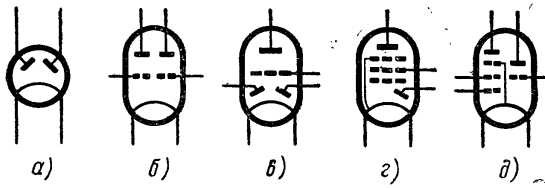


Рис. 5-12. Сложные лампы: *а* — двойной диод; *б*—двойной триод; *в* — двойной диод-триод; *г* — диод-пентод; *д* — триод-пентод

тах, округленное до целого числа, второй элемент обозначения — буква — указывает на тип лампы. Диоды для детектирования имеют букву Д, двойные диоды — Х, диоды, предназначенные для выпрямления переменного тока (так называемые кенотроны), — Ц, триоды — С, двойные триоды — Н, маломощные пентоды или лучевые тетроды — К или Ж, более мощные пентоды и лучевые тетроды — П, гептоды — А, триоды с одним или двумя диодами — Г, пентоды с одним или двумя диодами — Б, триод-пентоды — Ф, триод-гептоды — И.

После буквы в обозначении стоит число. Оно служит для того, чтобы можно было отличать друг от друга лампы с одинаковыми остальными элементами обозначения. Наконец четвертым элементом является буква, указывающая на конструкцию лампы. Если эта буква в обозначении отсутствует, то лампа имеет металлический баллон. Лампы со стеклянным баллоном нормальных размеров обозначаются буквой С, лампы со стеклянным баллоном уменьшенных размеров («пальчиковые») — буквой П. Для так называемых сверхминиатюр-

ных ламп с еще меньшими стеклянными баллонами установлены буквы: Б — при диаметре баллона 10 *мм*, А — при диаметре баллона 6 *мм*. В дальнейшем мы встретимся с многими примерами обозначений ламп по рассмотренной системе. Иногда еще применяются лампы устаревших типов, имеющие обозначения по какой-либо старой системе. Производство таких ламп прекращено, и поэтому им не присвоены новые обозначения.

В приемниках с батарейным питанием могут работать более старые лампы малогабаритной двухвольтовой серии с напряжением накала 2 *в*, имеющие в конце обозначения букву М, а также лампы пальчиковой серии с напряжением накала 1,2 *в* и сверхминиатюрные лампы.

Лампы двухвольтовой серии имеют цоколь, рассчитанный на восемь контактных штырьков. В центре цоколя расположен направляющий ключ с выступом, обеспечивающий правильное включение лампы в гнездо. Для примера на рис. 5-13 показан

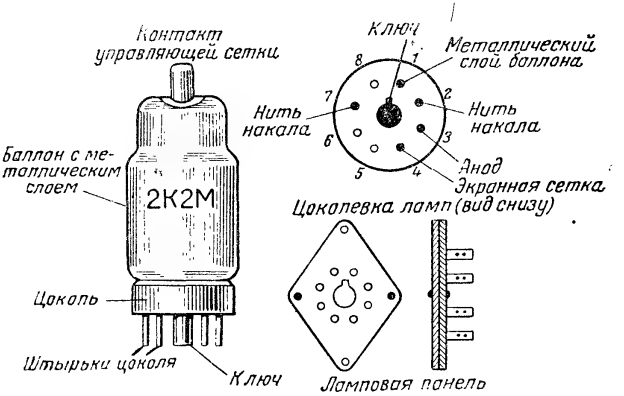


Рис. 5-13. Лампы 2К2М и 2Ж2М

внешний вид двухвольтовых пентодов 2К2М и 2Ж2М и их цоколевка, т. е. выводы от электродов на штырьки цоколя, и ламповое гнездо.

Штырьки цоколя принято нумеровать так, как показано на рис. 5-13, т. е. по часовой стрелке, начиная от выступа на ключе. К первому штырьку присоединяется металлический слой, который имеется на баллоне. Нить накала выведена на штырьки *2* и *7*, анод — на штырек *3*, а экранная сетка — на штырек *4*. Ненужные штырьки на цоколе отсутствуют. Управляющая сетка имеет своим выводом контакт на верху баллона.

Пальчиковые лампы для батарейных приемников (рис. 5-14) представляют собой миниатюрные стеклянные

лампы без цоколя. Через утолщенное стеклянное основание лампы сделаны выводы от электродов в виде семи заостренных проводников, которые выполняют роль контактных штырьков. Эти лампы являются основным типом для батарейных приемников и выпускаются вместо малогабаритных двухвольтовых ламп.

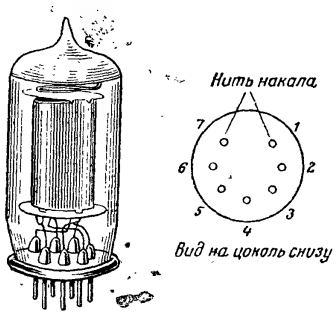


Рис. 5-14. Пальчиковая лампа для батарейного приемника

Широко применяются батарейные пальчиковые лампы следующих типов. Пентод 1К1П — предназначен главным образом для усиления колебаний высокой частоты, но может применяться также для детектирования и усиления колебаний низкой частоты. Гептод 1А1П — служит для так называемого преобразования частоты в более сложных супергетеродинных приемниках, о которых будет рассказано далее. Диод-пентод 1Б1П — представляет собой комбинированную лампу. У него в баллоне имеются две лампы: диод, предназначенный для детектирования, и пентод, используемый обычно в качестве усилителя колебаний низкой частоты. Лучевой тетрод 2П1П является несколько более мощной лампой, чем предыдущие, и применяется в так называемых оконечных (или выходных) каскадах приемников и усилителей, в которых в качестве анодного нагрузочного сопротивления включен громкоговоритель.

Первые три типа ламп имеют напряжение накала 1,2 *в* и ток накала 60 *ма*, а у лампы 2П1П нить накала рассчитана на напряжение 2,4 *в* и ток 60 *ма*, но имеет вывод от средней точки. Благодаря этому выводу можно использовать одну половину нити, давая на нее напряжение 1,2 *в*, или соединить две половинки нити параллельно и тогда на накал потребуется напряжение 1,2 *в* при токе 120 *ма*. Анодное напряжение для всех пальчиковых ламп может быть примерно от 40 до 90 *в*. В настоящее время выпущена также серия более экономичных ламп с током накала 30 *ма*. К ним относятся лампы 1К2П, 1А2П, 1Б2П, 1С12П и 2П2П.

У сверхминиатюрных ламп выводы от электродов сделаны гибким луженым проводом толщиной 0,4 *мм*. Они расположены в один ряд, причем около одного крайнего вывода имеется цветная метка, от которой ведется отсчет выводов (рис. 5-15). Выпущены следующие сверхминиатюрные батарейные лампы: триод 2С14Б, пентоды 06Ж6Б, 06П2Б, 1П2Б, 1П3Б, 1П4Б и 2П19Б.

В приемниках с питанием от электрической сети переменного тока применяются лампы, отличающиеся по конструкции от рассмотренных выше. Лампы для батарейных приемников, у которых нить накала служит одновременно катодом, называются лампами с катодом прямого, или непосредственного, накала. Но если тонкую нить накаливать от сети переменного тока, который имеет частоту 50 *гц*, т. е. 100 раз в секунду меняет направление и величину, то температура нити, а следовательно, и электронная эмиссия также будут изменяться с частотой 100 *гц*. В результате этого в громкоговорителе приемника станет слышно гудение, заглушающее сигналы радиостанций и, называемое «фоном».

Рис. 5-15. Миниатюрная бесцокольная лампа

Для уничтожения этого неприятного явления применяют лампы с катодом косвенного накала (подогревным катодом). В них катод делается в виде металлической трубочки, внутри которой проходит нить накала, покрытая какой-либо теплостойкой изоляцией (рис. 5-16) и служащая только для нагрева катода. Подогревный катод при питании переменным током не успевает заметно изменять свою температуру при колебаниях тока и поэтому электронная эмиссия у него остается практически постоянной.

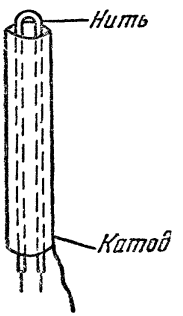


Рис. 5-16. Устройство подогревного катода

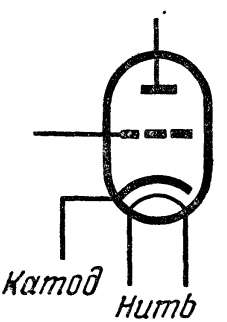


Рис. 5-17. Схематическое изображение триода с подогревным катодом

Схематическое изображение триода с подогревным катодом показано на рис. 5-17. У ламп с подогревным катодом напряжение накала обычно равно 6,3 *в*. В подобных лампах более старого типа выводы электродов были следующие: нить

накала — штырьки цоколя *2* и *7*, катод — *8*, металлический баллон — *1*, анод — *3*, экранирующая сетка — *4*. Управляющая сетка в некоторых лампах имела выводом контакт на верху баллона.

В более новых лампах это сделано по-разному, причем управляющая сетка, как правило, выведена на один из штырьков цоколя. Сейчас с подогревным катодом выпускаются многие пальчиковые * и сверхминиатюрные лампы.

Подробные сведения о различных лампах для батарейных и сетевых приемников и их цоколевка приведены в таблицах в конце книги.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

Наряду с электронными лампами сейчас во многих приемниках, усилителях и другой радиоаппаратуре успешно применяются полупроводниковые диоды и полупроводниковые триоды — транзисторы. По сравнению с электронными лампами транзисторы имеют весьма малые размеры и малый вес, не имеют катода и не требуют энергии для его накала, обладают очень большим сроком службы, большой механической прочностью, более высоким коэффициентом полезного действия. Транзисторы могут работать при очень малых питающих напряжениях. Вместе с тем они имеют и ряд недостатков. Вследствие несовершенства их производства отдельные экземпляры приборов данного типа довольно сильно отличаются друг от друга. Свойства приборов сильно зависят от температуры и значительно изменяются с течением времени. У полупроводниковых приборов собственные шумы больше, чем у ламп. Кроме того, транзисторы еще не могут применяться на очень высоких частотах, на которых работают лампы. Однако техника полупроводниковых приборов развивается весьма быстро и недостатки их успешно устраняются.

Полупроводники представляют собою обширную группу веществ, у которых величина электрического сопротивления имеет среднее значение между сопротивлениями проводников и диэлектриков. Характерной особенностью полупроводников является уменьшение их сопротивления при повышении температуры. Исследования показали, что имеются полупроводники с двумя видами электрической проводимости. В одних полупроводниках электрический ток представляет собой движение электронов вдоль полупроводника примерно такое же, как и в твердых проводниках (металлах). Эти полупроводники называются электронными и обозначаются латинской буквой *n*. В других полупроводниках также перемещаются элек-

---

* У многих пальчиковых ламп с подогревным катодом число контактных штырьков увеличено до девяти.

троны, но более ограниченно. Они могут только переходить из одного атома в соседний атом. При этом если электрон уходит из данного атома, то в последнем создается свободное место, на которое может прийти электрон из другого атома. Это свободное место было названо дыркой.

Атом с дыркой имеет положительный заряд, так как в нем не хватает одного электрона. Поэтому дырки можно рассматривать как положительные заряды. Если под действием разности потенциалов электроны переходят из одних атомов в другие, соседние, и это перемещение происходит в некотором направлении от минуса к плюсу, то свободные места — дырки перемещаются в противоположном направлении. В этом случае говорят, что полупроводник обладает дырочной проводимостью, и обозначают его буквой *p* латинского алфавита. Таким образом, дырочную проводимость можно рассматривать как перемещение положительных зарядов в направлении от плюса к минусу. Химически чистые полупроводники обладают обоими видами проводимости. Но незначительные примеси тех или иных веществ создают у полупроводника резкое преобладание того или иного вида проводимости и тогда получается полупроводник типа *n* или *p*.

Можно привести следующий пример, помогающий выяснить сущность дырочной проводимости. Представим себе зал с рядами кресел, заполненных зрителями. Пусть один зритель, играющий роль электрона, встал из первого ряда и ушел, а на освободившееся место, подобное дырке, пересел зритель, сидевший до этого во втором ряду. В свою очередь на кресло второго ряда, ставшее свободным, пересел зритель из третьего ряда и т. д. В конце концов, когда освободилось место в предпоследнем ряду, на него пересел зритель из последнего ряда и в этом ряду одно кресло стало свободным. Таким образом, свободное место перешло из первого ряда в последний, хотя в действительности ни одно кресло не передвинулось. Все они оставались на своих местах. Пересаживались лишь зрители в пределах двух соседних рядов.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

Современные полупроводниковые диоды представляют собой контакт двух полупроводников с различными типами проводимости. Такой контакт называют электронно-дырочным, или *pn*-переходом. Он обладает свойством выпрямления переменного тока. На границе двух различных полупроводников образуется так называемый запирающий слой, обладающий более высоким сопротивлением, чем остальные части полупроводников. Если внешнее напряжение приложено так, что на полупроводнике *n* будет минус, а на полупроводнике *p* — плюс, то запирающий слой уменьшается,

сопротивление его становится малым и при небольшом напряжении, порядка десятых долей вольта, уже проходит достаточно большой ток. В этом случае напряжение и ток называются прямыми. При обратной полярности, т. е. когда на полупроводнике *n* будет плюс внешнего напряжения, а на полупроводнике *p* — минус, запирающий слой увеличивается, его сопротивление возрастает и ток получается малым даже при значительно более высоких напряжениях.

Неодинаковую проводимость *pn*-перехода в разных направлениях можно еще иначе объяснить так, как показано на рис. 5-18. При прямом напряжении электроны полупроводника *n* и дырки полупроводника *p* движутся навстречу

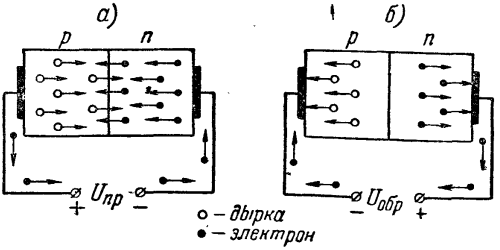


Рис. 5-18. Движение электронов и дырок в полупроводниковом диоде при прямом (*а*) и обратном (*б*) напряжениях

друг другу к границе *pn*-перехода. При этом электроны заполняют дырки. Этот процесс продолжается непрерывно, так как под влиянием приложенного напряжения к полупроводнику *n* все время поступают новые электроны из проводов, соединяющих его с отрицательным полюсом источника, а из полупроводника *p* все время уходят электроны по проводу, соединяющему его с положительным полюсом источника, и, следовательно, в нем образуются все новые и новые дырки.

При обратном напряжении (рис. 5-18,*б*) электроны и дырки, двигаясь в противоположных направлениях, удаляются от *pn*-перехода и друг от друга. Этот процесс происходит очень быстро, и через небольшой промежуток времени прохождение тока прекращается. Остается небольшой обратный ток за счет того, что в полупроводнике *n* все же имеется немного дырок, а в полупроводнике *p* — немного электронов. Для них напряжение в данном случае является прямым. Обратный ток во много раз меньше прямого. Если бы полупроводники обладали чисто электронной и чисто дырочной проводимостями, то обратного тока вообще не было бы.

Сопротивление полупроводникового диода в прямом направлении составляет от единиц ом для более мощных приборов до сотен ом для наиболее маломощных, а в обратном направлении оно возрастает до десятков и сотен килоом и даже до мегомов. В наиболее распространенных германиевых диодах небольшой и средней мощности прямой ток порядка десятков миллиампер получается при прямом напряжении всего лишь в десятые доли вольта. А обратный ток не превышает десятков микроампер при обратном напряжении в десятки и даже сотни вольт. Следует иметь в виду, что во избежание пробоя запирающего слоя обратное напряжение не должно превышать некоторую определенную максимально допустимую для данного типа диода величину. Прямой ток также не должен превышать некоторую допустимую величину, чтобы диод не перегрелся. Вообще при нагревании прямой и обратный токи возрастают, но последний в большей степени и за счет этого выпрямляющее действие диода ухудшается.

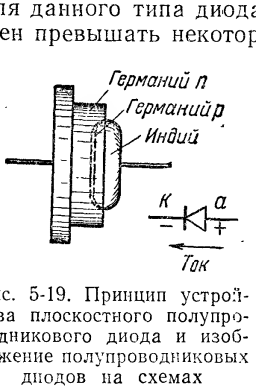


Рис. 5-19. Принцип устройства плоскостного полупроводникового диода и изображение полупроводниковых диодов на схемах

Полупроводниковые диоды делаются в настоящее время из германия или кремния, но в дальнейшем будут применяться и другие полупроводниковые материалы. Диоды делятся на два типа: плоскостные и точечные. Плоскостные диоды, называемые иногда силовыми, применяются в выпрямителях для преобразования переменного тока электрической сети в постоянный ток. Принцип их устройства показан на рис. 5-19. В пластинку полупроводника с одним типом проводимости, например германия *n*, вплавляется полупроводник с другим типом проводимости (например, индий, который создает в германии область *p*) и тогда образуется *pn*-переход со сравнительно большой площадью, что позволяет выпрямлять токи значительной величины. Чем больше площадь *pn*-перехода, тем больше может быть выпрямленный ток. Но у такого *pn*-перехода получается довольно большая емкость и поэтому плоскостные диоды могут работать только на низких частотах (обычно до 50 *кгц*). На рис. 5-19 показано схематическое изображение полупроводниковых диодов на схемах. В нем черточка является катодом, а треугольник — анодом. Треугольник служит как бы острием стрелки, показывающей условное направление прямого тока от плюса к минусу (от анода к катоду).

До настоящего времени широко применяются германиевые плоскостные диоды семи более старых типов — от ДГ-Ц21 до ДГ-Ц27 (рис. 5-20,*а*), а также заменяющие их семь новых типов диодов — от Д7А до Д7Ж (рис. 5-20,*б*). Сейчас про-

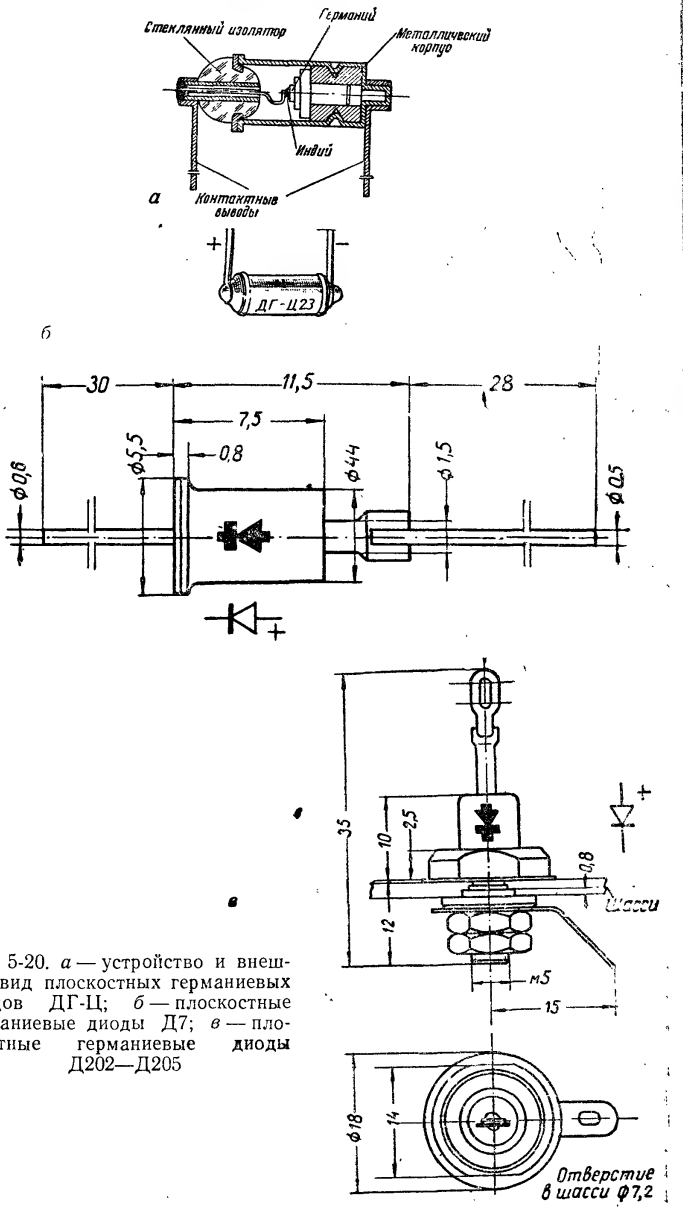


Рис. 5-20. *а* — устройство и внешний вид плоскостных германиевых диодов ДГ-Ц; *б* — плоскостные германиевые диоды Д7; *в* — плоскостные германиевые диоды Д202—Д205

мышленность выпускает ряд новых плоскостных диодов, у которых обозначения состоят из двух или трех элементов. Первый элемент — буква Д, второй элемент — номер, присвоенный данному типу прибора. Кремниевые диоды для работы при повышенной температуре имеют номер от 201 до 300, а германиевые диоды для работы в обычных температурных условиях — от 301 до 400. Третий элемент — буква — указывает разновидности типа прибора, если они есть. К новым типам диодов относятся четыре типа кремниевых диодов — от Д202 до Д205 и четыре типа германиевых диодов — от Д302 до Д305. И те, и другие имеют примерно одинаковое внешнее оформление в металлическом герметичном корпусе с винтом для крепления на шасси (рис. 5-20, *в*). Кроме того, выпускаются германиевые выпрямительные столбы нескольких типов — от Д1001 до Д1003, в которых для возможности работы при более высоких напряжениях включено последовательно некоторое количество диодов.

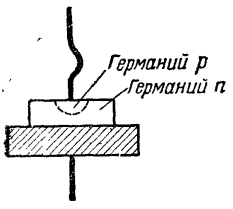


Рис. 5-21. Принцип устройства точечного полупроводникового диода

Принцип устройства точечных диодов показан на рис. 5-21. С пластинкой полупроводника, например германия *n*, име-

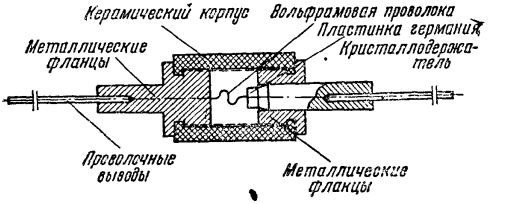


Рис. 5-22. Устройство и внешний вид точечных полупроводниковых диодов ДГ-Ц

ет контакт проволочка из вольфрама или другого металла. В процессе так называемой формовки диода около контакта образуется небольшая область с проводимостью другого рода. Таким образом, в точечном диоде, как и в плоскостном, выпрямление происходит в *pn*-переходе, т. е. принципиальной разницы между этими двумя типами диодов нет. Однако вследствие того, что в точечных диодах площадь *pn*-перехода очень мала, они пригодны для сравнительно малых токов. Зато эти диоды обладают меньшей внутренней емкостью по сравнению с плоскостными диодами и поэтому могут при-

меняться на весьма высоких частотах. Они используются главным образом для детектирования высокочастотных колебаний в радиоприемниках и других радиотехнических устройствах.

Значительное распространение получили точечные германиевые диоды более старых типов — от ДГ-Ц1 до ДГ-Ц17 (рис. 5-22). В настоящее время выпущено много новых типов точечных диодов, для которых в обозначениях после буквы Д ставится номер от 1 до 100 для германиевых диодов, работающих в нормальных температурных условиях, и номер от 101 до 200 для кремниевых диодов, работающих при повышенной температуре. Для разновидностей каждого типа в конце обозначения ставятся еще буквы. К точечным диодам относятся германиевые диоды от Д2А до Д2Ж в металло-стеклянных корпусах, выпущенные для замены диодов ДГ-Ц, диоды от Д1А до Д1Ж, от Д9А до Д9Ж и от Д10 до Д14, а также кремниевые диоды от Д101 до Д103. Большое количество различных типов точечных диодов выпускается также для специальной аппаратуры, работающей на дециметровых и сантиметровых волнах.

ТРАНЗИСТОРЫ

Транзисторы также разделяются на точечные и плоскостные. Первыми были изобретены точечные транзисторы, в которых с пластинкой полупроводника имеют контакт два проводничка, причем расстояние между контактами делается весьма малым (рис. 5-23). Однако они обладают рядом существенных недостатков и поэтому в настоящее время их производство сокращено. Плоскостные транзисторы оказались лучшими; они выпускаются сейчас в большом количестве и непрерывно совершенствуются.

Принцип устройства и работы плоскостного транзистора удобно рассмотреть, пользуясь рис. 5-24. Транзистор представляет собой пластинку германия или другого полупроводника с определенным типом проводимости, в которую с двух сторон вплавлены полупроводники с другим типом проводимости (рис. 5-24,*а*). Таким образом, транзистор имеет три области различных проводимостей, что и показано упрощенно на рис. 5-24, *б*. Для примера взят транзистор типа *npn*, имеющий среднюю область с дырочной проводимостью, а две крайние области — с электронной проводимостью. Его схематическое изображение показано на том же рисунке. Широкое применение имеют также транзисторы типа *pnp*, в которых дырочной проводимостью обладают две крайние области, а средняя область имеет электронную проводимость. Физические процессы в транзисторах обоих типов весьма сходны. Транзи-

сторы *pnp* изображаются на схемах так же, как и точечные транзисторы (рис. 5-23).

Средняя область транзистора называется базой, или основанием (иногда управляющим электродом). Одна крайняя область называется эмиттером, другая —

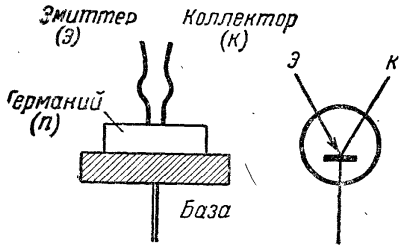


Рис. 5-23. Принцип устройства точечного транзистора и его изображение на схемах

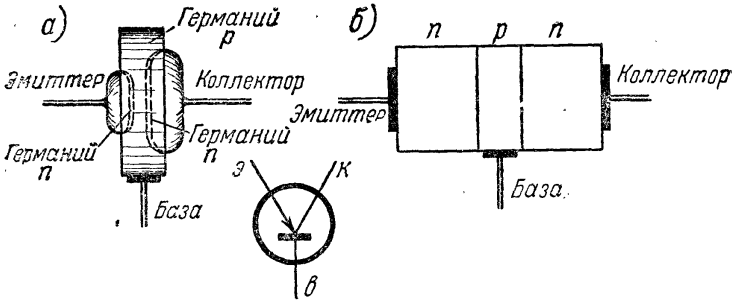


Рис. 5-24. Принцип устройства плоскостного транзистора типа *npn* и его изображение на схемах

коллектором. Как видно, в транзисторе имеются два *pn*-перехода: эмиттерный и коллекторный. Расстояние между ними (толщина базы) делается весьма малым, порядка 10—20 микрон и менее. Чем тоньше база, тем лучше транзистор. Получение достаточно тонкого слоя базы является одной из трудностей в изготовлении транзисторов. С помощью металлических электродов от базы, эмиттера и коллектора сделаны выводы. В схему для усиления колебаний транзистор всегда включается таким образом, что образуется две цепи. Входная, или управляющая, цепь подобна сеточной цепи вакуумного

триода, а выходная, или управляемая, цепь подобна анодной цепи электронной лампы. Источник усиливаемых колебаний включается во входную цепь, а в выходную цепь должно быть включено нагрузочное сопротивление, на котором получается усиленное напряжение.

И вакуумный триод, и транзистор служат для усиления электрических колебаний, но физические процессы в них различны. Поэтому можно говорить лишь о некотором сходстве между ними. Как станет ясно из дальнейшего, эмиттер транзистора подобен катоду электронной лампы, коллектор играет роль анода, а базу можно считать подобной сетке. Чтобы легче было понять действие транзистора, напомним для сравнения работу усилительного каскада с триодом (рис. 5-25, *а*).

Предположим, что в триоде сделана очень густая сетка. Тогда, если напряжение на сетке равно нулю, сравнительно малое количество электронов, испускаемых катодом, будет проникать сквозь сетку в промежуток сетка — анод. Поскольку в этом промежутке, который подобен коллекторному переходу транзистора, электронов мало, то он имеет большое сопротивление и анодный ток незначителен. Если теперь подать на сетку даже небольшое положительное напряжение, то под его влиянием уже больше электронов попадет в промежуток анод — сетка, сопротивление этого промежутка уменьшится и анодный ток увеличится. Отрицательное напряжение на сетке даст обратный результат: электроны, отталкиваемые сеткой, в еще меньшем количестве будут проникать в промежуток сетка — анод или даже совсем не попадут туда. Сопротивление этого промежутка станет очень большим и анодный ток резко уменьшится или даже совсем прекратится.

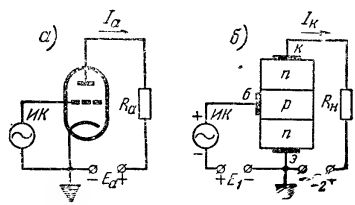


Рис. 5-25. Усилительные каскады с вакуумным триодом и транзистором

Таким образом, изменение напряжения на сетке изменяет сопротивление промежутка сетка — анод и управляет анодным током лампы. При этом, если на сетке напряжение положительное, то часть электронов попадает на сетку и образует сеточный ток. Сумма анодного и сеточного токов всегда равна общему электронному потоку, уходящему с катода (так называемому катодному току, который не следует смешивать с током накала). Изменяющийся анодный ток, проходя через анодное нагрузочное сопротивление R_a, создает на нем переменное напряжение, которое оказывается значительно больше, чем переменное напряжение, подведенное к сетке от источника усиливаемых колебаний *ИК*.

Работа транзистора в усилительном каскаде по схеме рис. 5-25, *б* похожа на работу вакуумного триода. Полярности питающих напряжений, подаваемых на транзистор от батарей E_1 и E_2, таковы, что коллекторный переход работает при обратном напряжении и имеет большее сопротивление, а эмиттерный переход работает при прямом напряжении и, следовательно, его сопротивление мало. Напряжение E_2 обычно имеет величину порядка единиц вольт (до 10—20 *в*), а напряжение E_1 должно быть не более десятых долей вольта.

Если переменное напряжение от источника колебаний *ИК* не подается, то в цепях транзистора протекают постоянные токи. Ток эмиттера представляет собой прямой ток эмиттерного перехода, т. е. поток электронов, движущихся от эмиттера через эмиттерный переход в базу. Так как слой базы очень тонок, то эти электроны почти все проходят через базу и достигают коллекторного перехода. Навстречу электронам в базе движутся дырки, но лишь очень небольшая часть электронов встречается в базе с дырками и объединяется с ними (занимает свободные места, которые представляют собой дырки). Эта небольшая часть электронов образует ток базы, который всегда во много раз меньше тока эмиттера. Коллекторный переход имеет большое сопротивление и поэтому на нем действует значительная часть напряжения E_2. Под влиянием этого напряжения электроны втягиваются в область коллекторного перехода и проходят его, образуя ток коллектора, который почти равен току эмиттера. В транзисторе всегда сумма токов базы и коллектора равна току эмиттера. Обычно токи эмиттера и коллектора составляют не более единиц миллиампер, а ток базы не превышает нескольких десятков микроампер (в мощных транзисторах все эти токи соответственно больше).

Рассмотрим, что происходит при подаче на вход транзисторного каскада переменного напряжения от источника колебания *ИК*. Если в данный полупериод это напряжение положительное, как показано на рис. 5-25, *б* знаками плюс и минус, то оно складывается с напряжением E_1. Общее напряжение между базой и эмиттером, т. е. напряжение на эмиттерном переходе, увеличивается и соответственно возрастает ток эмиттера. Большее количество электронов проходит от эмиттера к коллектору. Сопротивление коллекторного перехода уменьшается и ток коллектора увеличивается. При этом увеличение тока коллектора почти равно увеличению тока эмиттера, так как в провод базы ответвляется очень небольшая часть электронного потока.

Увеличение тока коллектора вызывает возрастание падения напряжения на нагрузочном сопротивлении, а падение напряжения на сопротивлении коллекторного перехода соответственно уменьшается, так как сумма этих напряжений равна всегда E_2. Происходит перераспределение напряжения между

сопротивлением нагрузки и сопротивлением коллекторного перехода. Для большей наглядности поясним работу каскада числовым примером. Пусть питающие напряжения равны $E_1 = 0{,}2$ *в* и $E_2 = 10$ *в*, сопротивление нагрузки $R_н = 4$ *ком* и сопротивление коллекторного перехода при отсутствии колебаний на входе также равно 4 *ком*, т. е. полное сопротивление коллекторной цепи 8 *ком*. Тогда ток коллектора $I_к = 12 : 8 = 1{,}5$ *ма*. Напряжение E_2 разделится пополам, и падения напряжения на $R_н$ и на сопротивлении коллекторного перехода будут по 6 *в* (на эмиттерном переходе, имеющем малое сопротивление, падает настолько небольшая часть напряжения, что ее можно не принимать во внимание).

Пусть теперь от источника колебаний *ИК* на вход поступает положительное напряжение 0,1 *в*, так что общее напряжение на участке база — эмиттер становится равным 0,3 *в*. Предположим, что под влиянием этого напряжения ток эмиттера возрастет до 2 *ма*. Таким же практически станет и ток коллектора. Он создаст на сопротивлении нагрузки падение напряжения $2 \cdot 4 = 8$ *в*, а падение напряжения на сопротивлении коллекторного перехода уменьшится до $12 - 8 = 4$ *в*. Следовательно, это сопротивление уменьшится до $4 : 2 = 2$ *ком*. А через полпериода, когда источник колебаний даст напряжение — 0,1 *в*, произойдет обратное явление. Токи эмиттера и коллектора уменьшатся до 1 *ма*. На сопротивлении нагрузки падение напряжения уменьшится до $1 \cdot 4 = 4$ *в*, а на сопротивлении коллекторного перехода оно возрастет до 8 *в*; следовательно, это сопротивление увеличилось до $8 : 1 = 8$ *ком*. Таким образом, подача на вход транзистора переменного напряжения 0,1 *в* вызывает изменение сопротивления коллекторного перехода от 2 до 8 *ком* и при этом напряжение на нагрузочном сопротивлении изменяется на 2 *в* в ту и другую сторону (от 8 до 4 *в*). Можно сказать, что каскад дает усиление напряжения в 20 раз, так как изменение на 2 *в* в 20 раз больше, чем изменение на 0,1 *в*.

Как видно, несмотря на различие в физических процессах, в работе вакуумного триода и транзистора имеется большое сходство. В каскаде с вакуумным триодом переменное напряжение на сетке изменяет внутреннее сопротивление лампы и за счет этого происходит перераспределение напряжения анодного источника между сопротивлением нагрузки и внутренним сопротивлением лампы, так что на сопротивлении нагрузки получается переменное напряжение, во много раз большее, чем на сетке. В каскаде с транзистором переменное напряжение, поданное на участок база — эмиттер, изменяет сопротивление коллекторного перехода и за счет этого напряжение источника питания коллекторной цепи перераспределяется между сопротивлениями нагрузки и коллекторного перехода. Переменное напряжение на нагрузочном сопротивлении получается во много раз больше, чем на входе транзистора.

Однако не следует забывать, что между вакуумным триодом и транзистором имеются и большие различия. В транзисторах нет явления электронной эмиссии со стороны только одного электрода и нет движения свободных электронов в вакууме. А в вакуумных триодах не существует дырочной проводимости и, следовательно, нет явления объединения дырок с электронами. Транзисторы не могут работать в режиме, подобном работе триода без сеточного тока. Действительно, вакуумный триод может работать не только при положительном, но и при отрицательном напряжении на сетке, когда вредный сеточный ток отсутствует. В большинстве случаев лампы работают именно с отрицательным сеточным смещением для того, чтобы сеточного тока не было. А транзистор работает всегда с прямым напряжением на участке база — эмиттер, когда часть тока эмиттера неизбежно ответвляется в провод базы. Работа транзистора без тока базы невозможна. Поэтому транзистор по своим свойствам наиболее близок к вакуумному триоду, имеющему густую сетку и работающему с положительным напряжением на ней, т. е. с сеточным током.

Следует подчеркнуть, что в транзисторе слой базы обязательно должен быть очень тонким. Если он имеет значительную толщину, то большая часть электронов эмиттерного тока не успевает дойти до коллекторного перехода и объединяется с дырками. За счет этого сильно возрастает ток базы, а ток коллектора, наоборот, почти не изменяется при изменении тока эмиттера, т. е. почти прекращается действие напряжения база — эмиттер на ток коллектора.

Мы рассмотрели физические явления в транзисторе типа *npn*. Подобные же процессы происходят и в транзисторах *pnp*, но в них меняются ролями электроны и дырки, а также изменяются на обратные полярности напряжений и направления токов. На рис. 5-26 показано включение в усилительный каскад транзистора *pnp*. В нем от эмиттера через базу в область коллекторного перехода проникают не электроны, а дырки. Они уменьшают сопротивление коллекторного перехода и увеличивают ток коллектора.

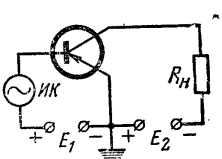


Рис. 5-26. Усилительный каскад с транзистором типа *pnp*

Рассмотренная схема усилительного каскада является основной и самой распространенной. Ее называют схемой с заземленным (или общим) эмиттером, так как эмиттер является заземленной точкой схемы, в которой соединяются друг с другом входная и выходная цепи. Эта схема подобна наиболее распространенной схеме усилительного лампового каскада с заземленным (или общим) катодом. Существуют ламповые каскады с заземленной сеткой

и заземленным анодом, но они применяются лишь в некоторых специальных схемах. Усилительный каскад с заземленным эмиттером дает усиление напряжения, равное нескольким десяткам или сотням, а усиление мощности в нем достигает тысяч. Имеют также применение транзисторные усилительные каскады с заземленной базой или заземленным коллектором. Для примера на рис. 5-27 показана схема с заземленной базой, которая встречается в транзисторных приемниках и усилителях, но дает меньшее усиление, чем предыдущая. В ней усиление мощности, так же как и усиление напряжения, обычно не превышает нескольких десятков.

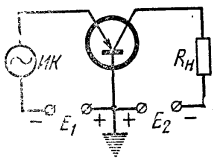


Рис. 5-27. Усилительный каскад по схеме с заземленной базой

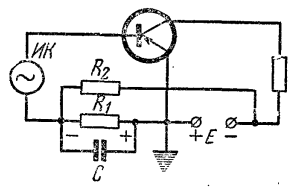


Рис. 5-28. Подача смещения на участок база—эмиттер от коллекторного источника

Приведенные выше схемы имели отдельный источник E_1 для подачи смещения на участок база — эмиттер. Однако возможно подать это смещение от источника питания коллекторной цепи. Пример подобной схемы приведен на рис. 5-28. В ней напряжение E делится между двумя сопротивлениями R_1 и R_2. Та часть напряжения, которая получается на сопротивлении R_1, приложена к участку база — эмиттер и обеспечивает необходимый правильный режим работы транзистора. Конденсатор C, представляющий малое сопротивление для переменного тока, включен для того, чтобы на сопротивлении R_1 не происходила бесполезная потеря части переменного напряжения, подводимого от источника колебаний.

Наша промышленность в настоящее время выпускает большое количество транзисторов различных типов. Обозначения транзисторов имеют три элемента. Первый из них, буква С, для точечных транзисторов или П для плоскостных. Затем ставится номер в соответствии со следующей классификацией. Маломощные германиевые транзисторы для работы в обычных температурных условиях имеют номера от 1 до 100; такие же кремниевые транзисторы для работы при повышенных температурах — от 101 до 200. Более мощным выходным транзисторам присвоены номера от 201 до 300 — для германиевых транзисторов, работающих при обычных температурах, и от 301 до 400 — для кремниевых транзисторов, предназна-

ченных для работы при повышенных температурах. Специальные высокочастотные транзисторы имеют номера от 401 до 500 — у германиевых транзисторов с обычной рабочей температурой и от 501 до 600 — у кремниевых, предназначенных для повышенной температуры. Третьим элементом обозначения является буква, указывающая разновидность прибора (если разновидности имеются).

Точечных транзисторов выпущено сравнительно немного. Это старые шесть типов от С1А до С1Е и четыре типа от С2А до С2Г (рис. 5-29,*а*), предназначенные для работы на часто-

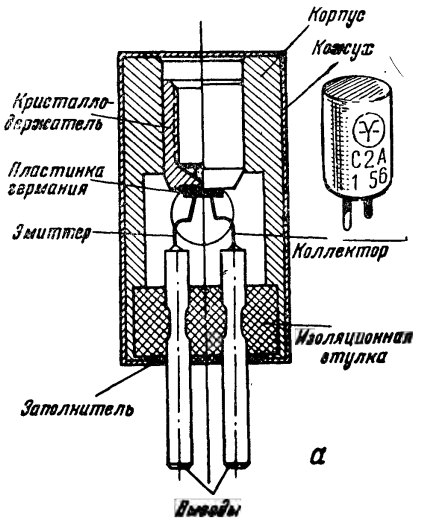


Рис. 5-29. *а* — устройство и внешний вид точечных транзисторов старого типа С1 и С2; *б* — внешний вид точечных транзисторов нового типа С3 и С4

тах до 10 *Мгц*. Взамен них сейчас производятся более новые от С3А до С3Е и от С4А до С4Г (рис. 5-29,*б*). Следует иметь в виду, что точечные транзисторы могут устойчиво работать только в схеме с заземленной базой.

Очень много различных плоскостных транзисторов выпущено для усиления и генерирования колебаний малой мощности (высокой и низкой частоты). Старые типы таких приборов выпускались в металлическом патроне со стеклянными изоляторами (рис. 5-30). Транзисторы от П1А до П1Д, могли работать на частотах до 100 *кгц*, П1Е — до 465 *кгц*, П1Ж — до 1 *Мгц* и П1И — до 1,6 *Мгц*. Затем были выпущены транзисторы пяти типов — от П5А до П5Д; оформленные в стеклянном миниатюрном баллоне и имеющие наибольшую рабочую частоту от 100 до 500 *кгц*, а также транзисторы от П6А до П6Д в металлическом герметичном корпусе (рис. 5-29,*б*) с наибольшей рабочей частотой от 0,5 до

2,5 *Мгц*. Еще более новыми являются транзисторы от П13 до П15 с наибольшей рабочей частотой от 465 *кгц* до 1,6 *Мгц*, оформленные по рис. 5-29,*б*. Для усиления колебаний повышенной частоты служат транзисторы П12, П406 и П407 в миниатюрном металлическом корпусе. У них наибольшая рабочая частота от 5 до 20 *Мгц*.

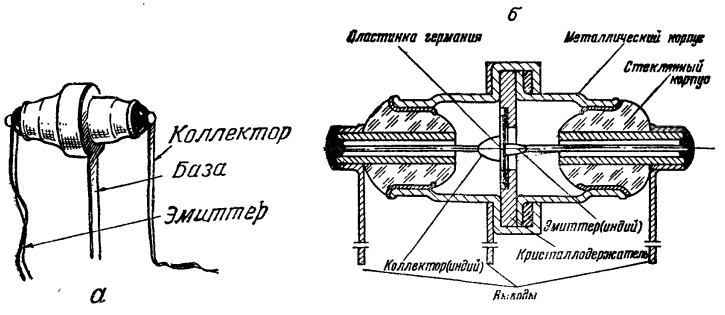


Рис. 5-30. Устройство и внешний вид плоскостных транзисторов старого типа П1 и П2

Большинство транзисторов до сих пор делалось из германия. Исключение составляют кремниевые транзисторы от П101 до П103, имеющие внешний вид по рис. 5-29,*б*. В отличие от приведенных выше, они имеют структуру *npn*, а не *pnp*. Эти транзисторы имеют наивысшую рабочую частоту от 200 до 1000 *кгц*. К транзисторам типа *npn* относятся также германиевые транзисторы от П8 до П11, имеющие наибольшую рабочую частоту — от 100 *кгц* до 1,6 *Мгц*.

Для усиления мощности колебаний низкой частоты предназначены германиевые транзисторы типа *pnp* П2, П3, П4, П7 и от П201 до П203. Более старые из них П2А и П2Б оформлены, как показано на рис. 5-30, и могут отдавать полезную мощность до 100 *мвт*. Также устаревшими являются транзисторы от П3А до П3В (рис. 5-31,*а*), отдающие мощность до 1 *вт*. Новейшие мощные транзисторы от П4А до П4Д могут отдавать полезную мощность до 10 *вт*. Они оформляются в металлическом герметичном баллоне со стеклянными изоляторами и гибкими выводами (рис. 5-31,*б*). Транзистор П7, выпускавшийся ранее, мог давать полезную мощность порядка 100 *мвт*. Наиболее новыми являются транзисторы от П201 до П203, оформленные в металлических герметичных корпусах и отдающие полезную мощность порядка 1 *вт*, а с дополнительным теплоотводом — до 10 *вт*.

Производство транзисторов непрерывно расширяется. Уже

выпущены так называемые диффузионные транзисторы, изготовленные особым способом и имеющие толщину слоя базы всего лишь несколько микрон. Они имеют обозначения от П401 до П403 и наибольшая рабочая частота у них от 30 до 120 *Мгц*.

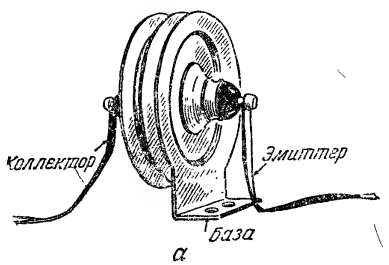
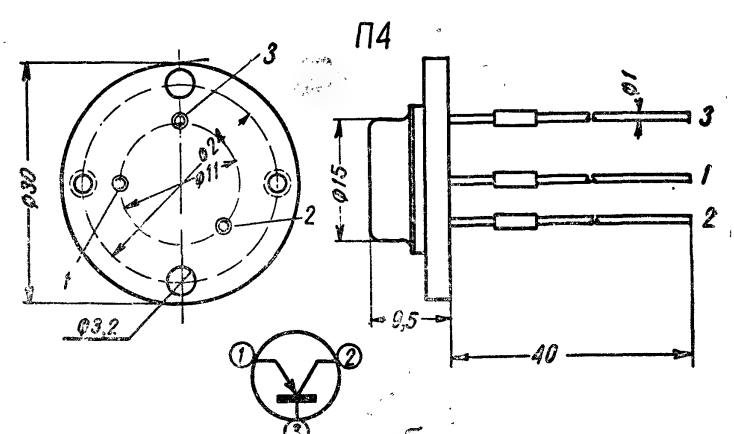


Рис. 5-31. *а* — внешний вид мощных плоскостных транзисторов старого типа П3; *б* — мощные плоскостные транзисторы нового типа П4



Новым типом являются поверхностно-барьерные транзисторы, выпущенные под названием П404 и П405 для рабочих частот до 20—30 *Мгц* и также имеющие очень тонкий слой базы. Разрабатываются и еще многие другие более совершенные транзисторы, которые в ближайшее время будут переданы в массовое производство.

ПРОСТЕЙШИЕ ПРИЕМНИКИ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ДИОДАМИ

Самым дешевым и простым по устройству является приемник с полупроводниковым диодом, называемый обычно детекторным приемником и предназначенный для приема на телефон. На рис. 5-32 показана одна из возможных схем

такого приемника, а в следующей главе дано подробное описание устройства простейших самодельных детекторных приемников.

На схеме на рис. 5-32 в колебательный контур входят катушка с переключателем *П*, антенна и земля, показанные с помощью условных схематических изображений. Антенна и земля являются как бы обкладками конденсатора и обладают

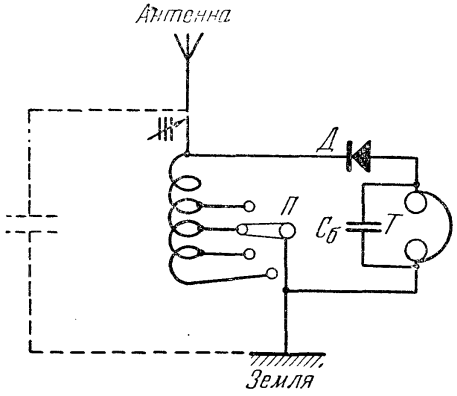


Рис. 5-32. Схема простейшего детекторного приемника

некоторой емкостью. На схеме это показано в виде конденсатора, изображенного пунктиром. Таким образом, нет необходимости включать в контур специальный конденсатор.

Грубая настройка контура производится переключателем *П*, изменяющим число витков катушки, а для точной настройки служит сердечник из магнитодиэлектрика, который можно перемещать внутри катушки (на схеме возможность регулировки положения сердечника показана стрелкой, пересекающей сердечник).

Точную настройку можно осуществить также конденсатором переменной емкости или вариометром.

Настроив контур в резонанс на частоту какой-либо радиостанции, получают в контуре усиленные электрические колебания, создаваемые радиоволнами, приходящими от данной станции. Эти колебания воздействуют на детекторную цепь, состоящую из диода *Д* и телефона *Т*. Диод осуществляет детектирование, т. е. преобразование электрических колебаний высокой частоты в колебания низкой (звуковой) частоты. Рассмотрим, для чего нужен этот процесс и как он происходит.

Если через катушки телефона будет проходить ток высокой частоты, то мембрана вследствие своей инерции не сможет поспевать за такими быстрыми колебаниями и останется на месте. Но даже если бы она могла совершать колебания с высокой частотой, то все равно ничего не было бы слышно, так как ухо человека воспринимает звуковые колебания с частотой не выше 10 000 — 15 000 *гц*.

Полупроводниковый диод обладает свойством пропускать ток только в одну сторону. Поэтому при наличии диода через телефон будет проходить уже не переменный ток, а так называемый пульсирующий ток, не меняющий направления, но изменяющий свою величину. Он представляет собой отдельные импульсы (толчки) тока одного направления, следующие друг за другом с высокой частотой. Под влиянием этого тока мембрана телефона отойдет от своего первоначального положения. Она опять не будет совершать колебаная высокой частоты, но отклонится в одну сторону, так как все импульсы тока проходят в одном направлении и, следовательно, вызывают движение мембраны в одну сторону.

При передаче звуков по радио в передатчике происходит модуляция токов высокой частоты передаваемыми звуками. Величина токов высокой частоты изменяется с низкой (звуковой) частотой в соответствии с передаваемыми звуками. Изменения тока высокой частоты повторяют колебания звука. Электрические колебания, т. е. переменные токи высокой частоты, возникшие в контуре приемника под действием приходящих радиоволн, также модулированы, т. е. они изменяются соответственно передаваемым звукам. Поэтому импульсы тока, проходящие через телефон и воздействующие на его мембрану, изменяют свою силу с низкой частотой. В результате отклонение мембраны телефона также будет меняться со звуковой частотой. Когда импульсы тока сильнее, мембрана отклоняется больше, а когда импульсы тока слабее, то отклонение мембраны меньше. Таким образом, мембрана телефона будет совершать колебания звуковой частоты, повторяющие те звуки, которые передаются через радиостанцию. Получается возможность слышать эти звуки. а при отсутствии детектора звука в телефоне не было бы.

На схеме рис. 5-32 показан присоединенный к телефону конденсатор постоянной емкости $C_б$, называемый блокировочным. Он несколько повышает слышимость в телефоне, что можно объяснить следующим образом. За время одной половины периода колебаний высокой частоты, когда через детектор проходит импульс тока, конденсатор $C_б$, заряжается. Во время второй половины периода, когда через детектор ток не проходит, блокировочный конденсатор разряжается на телефон, т. е. отдает последнему энергию, накопленную во время заряда, и тем самым усиливает колебания мембраны телефо-

на. Разряжаться через детектор конденсатор не может, так как детектор пропускает ток только в одну сторону. Емкость блокировочного конденсатора бывает порядка 500—2000 *пф*. Этот конденсатор не является обязательным. Если его отключить, то в большинстве случаев слышимость незначительно ослабляется, так как роль блокировочного конденсатора выполняет емкость, имеющаяся между проводами телефонного шнура.

Детекторный приемник позволяет принимать на телефон мощные радиовещательные станции на расстояниях до нескольких сотен километров. По сравнению с более сложными и дорогими ламповыми или транзисторными приемниками детекторный приемник, помимо простоты устройства, имеет еще ряд существенных достоинств. Для него не нужны источники питания, а ламповый или транзисторный приемник обязательно должен получать питание от электросети или от батарей. В сельских местностях, не имеющих электросети, ламповые и транзисторные приемники питаются от батарей, которые приходится время от времени заменять новыми, поэтому эксплуатация таких батарейных приемников (особенно ламповых) обходится сравнительно дорого. Кроме того, в ламповых приемниках необходимо менять лампы, которые от работы постепенно приходят в негодность. Детекторный приемник может работать очень долго без всяких расходов на эксплуатацию. Благодаря простоте устройства в детекторных приемниках чрезвычайно редки неисправности.

Вместе с тем, детекторные приемники имеют малую чувствительность и малую избирательность. Чувствительность приемника выражают величиной напряжения между антенной и землей (в милливольтах или микровольтах), при котором получается нормальная слышимость. Чем более слабые сигналы может принимать данный приемник, тем выше его чувствительность. Избирательность, как мы знаем, — это способность приемника выделять сигналы нужной радиостанции среди сигналов других радиостанций, работающих на других волнах.

Малая чувствительность детекторного приемника объясняется тем, что он не имеет собственных источников энергии, а использует лишь ту ничтожную энергию, которую антенна получает от радиоволн. Даже вблизи радиопередающей станции с детекторным приемником, как правило, можно получить прием только на телефон, а не на громкоговоритель. На расстояниях до нескольких сотен, а иногда даже до 1000—1500 *км* слышимость на телефон мощных радиовещательных станций при наличии достаточно высокой и длинной антенны получается все же вполне удовлетворительная. Недостаточная избирательность в детекторном приемнике получается потому, что он обычно имеет только один колебательный контур. Увели-

чение числа контуров для повышения избирательности в детекторном приемнике приводит к ослаблению слышимости, так как в каждом контуре происходит потеря энергии, которая и так ничтожно мала.

В детекторном приемнике полупроводниковый диод может быть заменен двухэлектродной лампой, т. е. вакуумным диодом. Возможная схема подобного приемника показана на рис. 5-33. Поскольку вакуумный диод не дает никакого усиления, то громкость приема получается примерно такая же, как и на приемник с полупроводниковым диодом. Недостатком яв-

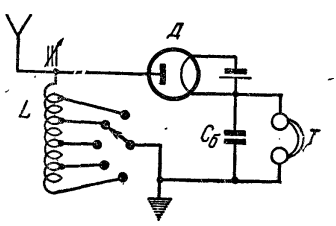


Рис. 5-33. Схема приемника с диодным детектором

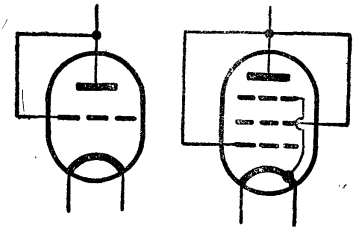


Рис. 5-34. Включение триода и пентода диодом

ляется необходимость иметь батарею накала. Поэтому вакуумный диод применяют в простейших приемниках только в том случае, когда нет хорошего полупроводникового детектора. Следует иметь в виду, что в качестве диода можно использовать любую лампу с сетками. Для этого нужно замкнуть с анодом все сетки, в том числе и защитную сетку, если она, конечно, не соединена внутри лампы с катодом (рис. 5-34).

ПРИЕМНИКИ ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ НА ЛАМПАХ И ТРАНЗИСТОРАХ

Рассмотрим работу простейшего однолампового приемника по схеме рис. 5-35. Радиоволны, воздействующие на антенну, создают в ней токи высокой частоты, которые проходят через катушку L. Эта катушка связана индуктивно с катушкой колебательного контура L_1, в которой также возбуждаются электрические колебания. Если контур $L_1 C_1$ настроен в резонанс на частоту принимаемой радиостанции, то в нем колебания будут усилены.

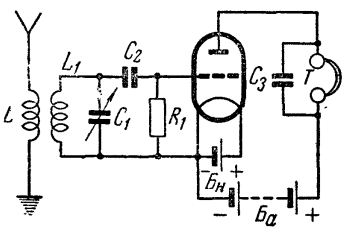


Рис. 5-35. Схема простейшего однолампового приемника

Таким образом, контур дает некоторую избирательность. Электрические колебания высокой частоты от контура через конденсатор C_2 подаются на сетку лампы. У конденсатора C_2 емкость сравнительно невелика (примерно 100—200 *пф*), поэтому он имеет большое сопротивление для токов низкой частоты, но пропускает колебания высокой частоты.

Лампа в этом приемнике служит для детектирования и усиления. Участок катод — сетка лампы работает как диод (сетка выполняет роль анода), и благодаря способности лампы проводить ток только в одном направлении осуществляется детектирование. Колебания высокой частоты преобразуются в колебания низкой частоты, соответствующие передаваемым звукам. Сопротивление R_1, называемое сеточным сопротивлением, или сопротивлением утечки сетки, является нагрузочным сопротивлением и обычно имеет величину 1—2 *Мом*.

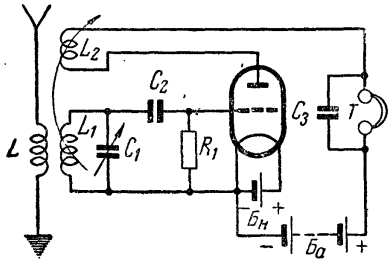


Рис. 5-36. Схема однолампового приемника с обратной связью

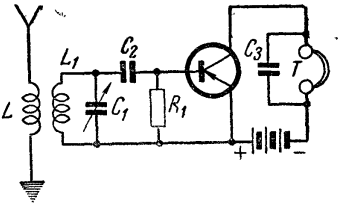


Рис. 5-37. Простейший приемник с транзистором

Именно на нем в результате детектирования получается переменное напряжение низкой частоты. Это напряжение воздействует с помощью сетки на анодный ток и заставляет его изменяться с низкой частотой. Таким образом, кроме детектирования, лампа дает еще значительное усиление колебаний низкой частоты. В результате этого через телефон, включенный в анодную цепь, проходят усиленные токи низкой (звуковой) частоты, которые создают в телефоне звук, значительно более громкий, чем в детекторном приемнике. Батареи накала и анода $Б_н$ и $Б_а$ служат для питания лампы. Конденсатор C_3 является блокировочным и работает так же, как и в предыдущих приемниках.

Дальнейшее усовершенствование представляет собой приемник с обратной связью, или регенеративный приемник, показанный на схеме рис. 5-36. Здесь в цепь анода включена катушка L_2, имеющая индуктивную связь с катушкой контура и называемая катушкой обратной связи. Наличие обратной связи создает дополнительно боль-

шое усиление принимаемых сигналов. Объясняется это следующим образом.

В схеме на рис. 5-35 вместе с колебаниями низкой частоты, полученными в результате детектирования, лампа одновременно усиливает и колебания высокой частоты, так как они подаются на ее сетку. Но в этой схеме усиленные токи высокой частоты не используются, так как они не создают в телефоне звука. Зато в схеме с обратной связью (рис. 5-36) усиленные колебания высокой частоты передаются из анодной цепи через обратную связь, т. е. индуктивную связь катушек L_2 и L_1, обратно в контур и складываются там с приходящими колебаниями. В результате колебания усиливаются, слышимость значительно возрастает и создается возможность приема весьма удаленных радиостанций. Однако дополнительное усиление за счет обратной связи будет лишь при определенном включении концов катушек L_1 и L_2. При неправильном включении вместо усиления сигналов получится их ослабление.

Чем ближе друг к другу катушки L_1 и L_2, тем сильнее действует обратная связь и тем больше усиление сигналов. Но при очень сильной обратной связи схема начинает работать как генератор собственных токов высокой частоты. Эти токи складываются с токами высокой частоты принимаемых сигналов и в результате возникают мешающие звуки в виде писка, свиста и т. д. Слышимость сильно искажается, и приемник создает также помехи другим приемникам, если они настроены на ту же волну. Поэтому обратная связь между катушками L_1 и L_2 делается переменной. Сближая катушки с помощью специальной ручки обратной связи, всегда стараются получить наиболее громкую слышимость, но так, чтобы генерация колебаний в виде свиста не возникала.

Иногда в приемниках катушки L_1 и L_2 устанавливаются неподвижно, а регулировка обратной связи осуществляется дополнительным конденсатором переменной емкости или переменным сопротивлением.

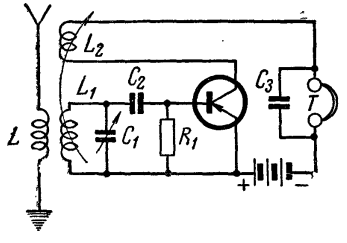


Рис. 5-38. Транзисторный приемник с обратной связью

В рассмотренных приемниках с успехом можно применить пентоды, которые дадут большее усиление, чем триоды.

Приемники по схемам, подобным изображенным на рис. 5-35 и 5-36, могут также работать с транзистором вместо ламп. На рис. 5-37 показана схема приемника с транзистором, совершенно подобная схеме рис. 5-35. В силу некоторых отличий, имеющихся в транзисторах по сравнению с вакуум-

ным триодом, схему можно упростить, исключив из нее конденсатор C_2 и сопротивление R_1. Детектирование будет происходить и без этих деталей. Схема приемника с обратной связью, повторяющая схему рис. 5-36, изображена на рис. 5-38. В этих схемах показано включение транзистора с общим эмиттером, дающее наибольшее усиление.

ГЕНЕРАТОР С ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАМПОЙ ИЛИ ТРАНЗИСТОРОМ

Как было указано выше, при достаточно сильной обратной связи приемник по схеме рис. 5-36 становится генератором собственных колебаний. Это объясняется тем, что колебания, возникшие первоначально в контуре L_1C_1, поддерживаются за счет усиления с помощью лампы и наличия обратной связи. Рассмотрим более подробно работу лампового генератора по схеме рис. 5-39.

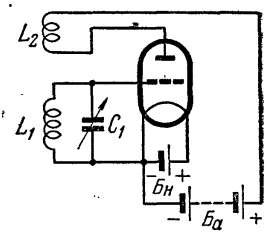


Рис. 5-39. Схема лампового генератора

Если включить анодную батарею, то через катушку L_2 пойдет анодный ток. При своем возникновении он индуктирует в катушке L_1 некоторое напряжение, под влиянием которого заряжается конденсатор C_1 и в контуре начинаются электрические колебания. Частота их зависит от емкости и индуктивности контура и может регулироваться изменением L_1 или C_1. Переменное напряжение от контура подается на сетку лампы, а в анодной цепи появляются усиленные колебания. Эти колебания через обратную связь передаются обратно в контур L_1C_1 и поддерживают начавшиеся в нем колебания. Если бы лампы с обратной связью не было, то колебания в контуре быстро затухали бы. Подобно этому затухают колебания маятника, если их не поддержать путем подталкивания маятника.

Таким образом, в ламповом генераторе непрерывно существуют колебания. На их генерирование расходуется энергия анодной батареи. Поэтому ламповый генератор является преобразователем энергии постоянного тока анодной батареи в энергию электрических колебаний. Можно усмотреть сходство между ламповым генератором и часами. В часах также непрерывно совершаются колебания маятника за счет расхода энергии закрученной пружины или гири.

Пример схемы генератора с транзистором показан на рис. 5-40,*а*. Как видно, она совершенно подобна схеме на рис. 5-39. Для более правильного режима транзистора необхо-

димо установить некоторое постоянное напряжение между базой и эмиттером. Чтобы не применять для этой цели отдельного источника, используют схему, приведенную на рис. 5-40,*б*. В ней напряжение источника коллекторной цепи E делится между двумя сопротивлениями R_1 и R_2. Та часть напряжения,

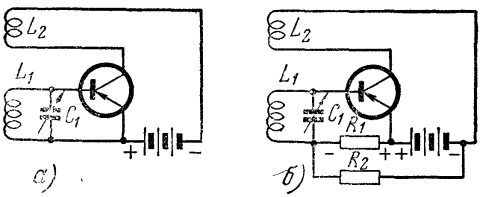


Рис. 5-40. Схемы генераторов с транзистором

которая получается на сопротивлении R_1, приложена к участку эмиттер — база и обеспечивает нормальный режим транзистора для генерации колебаний. Нередко встречаются также транзисторные генераторы, включенные по схеме с общей базой.

Генераторы высокой частоты являются основной частью каждого радиопередатчика. Они также играют важную роль в современных сложных радиоприемниках.

МНОГОКАСКАДНЫЕ ПРИЕМНИКИ ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

Несмотря на свою большую чувствительность, простой регенеративный приемник не дает приема на громкоговоритель и не обладает достаточно высокой избирательностью. Для устранения этих недостатков в приемник добавляют усилитель колебаний высокой частоты и усилитель колебаний низкой частоты, работающие на электронных лампах или транзисторах. Чтобы кратко указать части приемника, применяют следующие обозначения. Каскад, служащий для детектирования и поэтому являющийся главным в приемнике, обозначают условно буквой V («вэ») латинского алфавита. Число каскадов в усилителе высокой частоты, усиливающем колебания до детектора, обозначают цифрой, которую ставят перед буквой V. В усилителе высокой частоты редко бывает больше одного каскада. Цифра, стоящая после бувы V, показывает число каскадов в усилителе низкой частоты, который усиливает колебания после детектора. Обычно бывает один-два таких каскада. По этой системе, например, одноламповый приемник по схеме рис. 5-35 или 5-36 следует обозначить 0-V-0.

На рис. 5-41 показана схема трехлампового приемника 1-V-1, имеющего один каскад усиления высокой частоты, детекторный каскад с обратной связью и один каскад усиления

низкой частоты. Приемники такого типа довольно часто строят начинающие радиолюбители.

Работа приемника происходит следующим образом. Колебания высокой частоты, принятые антенной, передаются из катушки L в первый контур приемника L_1C_1 и поступают на сет-

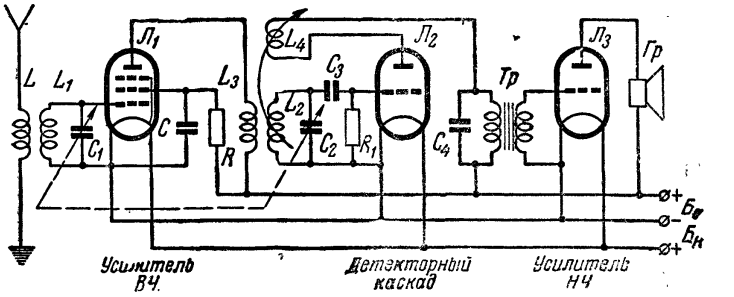


Рис. 5-41. Схема трехлампового приемника прямого усиления 1-V-1

ку первой лампы $Л_1$, работающей в усилителе высокой частоты. Лампа эта обязательно должна быть тетродом или пентодом. Триоды в усилителе высокой частоты не применяются. Напряжение на экранную сетку лампы $Л_1$ подается через сопротивление R, а для правильной работы лампы включен конденсатор C.

Усиленные лампой $Л_1$, колебания высокой частоты передаются через индуктивную связь катушек L_3 и L_2 во второй контур приемника L_2C_2. Наличие второго контура, настроенного в резонанс, значительно повышает избирательность приемника. Оба контура (L_1C_1 и L_2C_2) настраиваются на принимаемую станцию с помощью блока из двух конденсаторов переменной емкости C_1 и C_2, что показано на схеме пунктирной линией.

Далее колебания подаются от контура L_2C_2 на сетку детекторной лампы $Л_2$, которая, помимо детектирования, дает еще усиление низкой частоты и дополнительное усиление высокой частоты за счет обратной связи между катушками L_4 и L_2. Схема второго каскада похожа на схему приемника по рис. 5-36, только вместо телефона включена первичная обмотка междулампового трансформатора низкой частоты $Т_р$. Конденсатор C_4 является блокировочным. Усиленные лампой $Л_2$, колебания низкой частоты через трансформатор передаются на сетку лампы $Л_3$. В анодную цепь этой лампы включен громкоговоритель $Гр$ (или телефон). Лампы в детекторном каскаде и в усилителе низкой частоты могут быть как триоды, так и более сложные. Катоды всех ламп получают ток от одной общей батареи накала. Анодная батарея также является

общей для всех ламп. От нее подается напряжение на аноды всех ламп. В каждой лампе создается анодный ток, и за счет энергии батареи анода происходит усиление колебаний.

Рассмотренный приемник называется приемником прямого усиления и может, конечно, иметь некоторые видоизменения в своих каскадах. Так, например, иногда не делают индуктивную связь между антенной и первым контуром приемника, а ток высокой частоты поступает из антенны в этот контур через конденсатор небольшой емкости. Могут быть и некоторые другие особенности в схеме, но они не меняют сущности работы отдельных каскадов.

Интересным видоизменением приемников прямого усиления являются так называемые рефлексные схемы. В них одна и та жа лампа используется для усиления высокой и низкой частоты. Например, колебания высокой частоты от антенны подводятся к сетке первой лампы, а после нее — к

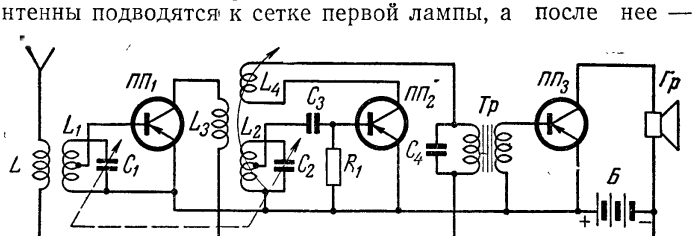


Рис. 5-42. Трехкаскадный приемник прямого усиления на транзисторах

детектору. Колебания низкой частоты, полученные после детектора, снова поступают на сетку первой лампы, которая теперь уже используется в качестве лампы усилителя низкой частоты. Таким образом, в рефлексных приемниках уменьшено необходимое число ламп и соответственно снижено потребление энергии от источников питания.

Приемники прямого усиления на транзисторах могут быть построены подобно приемникам с электронными лампами. В качестве примера на рис. 5-42 показана упрощенная схема приемника на транзисторах, имеющего один каскад усиления высокой частоты, детекторный каскад с обратной связью и каскад усиления низкой частоты. Она весьма напоминает схему приемника 1-V-1, показанную на рис. 5-41.

Так как полупроводниковые приборы, подобные тетродам или пентодам, пока еще не выпускаются, то в усилителе высокой частоты применен обычный транзистор.

Особенностью схемы является подключение участка база — эмиттер транзисторов не ко всему колебательному контуру, а к некоторой части катушки контура. Для этого у катушек

L_1 и L_2 сделаны отводы. Подключение участка база — эмиттер ко всей катушке нельзя делать потому, что сопротивление этого участка, т. е. входное сопротивление транзистора, имеет малую величину (порядка сотен ом) и будет замыкать накоротко колебательный контур. Вследствие малого входного сопротивления транзистора трансформатор *Тр* должен быть понижающим, в то время как в схеме по рис. 5-41 он обычно бывает повышающим. Хотя в детекторном каскаде включены конденсатор C_3 и сопротивление R_1, но, в отличие от лампового приемника, с транзистором можно получить детектирование и без этих деталей. Полярность питающей батареи *Б* при применении наиболее распространенных транзисторов типа *pnp* обратна полярности анодного источника в ламповом приемнике. Практические схемы приемников на транзисторах обычно содержат еще некоторые дополнительные детали, улучшающие режим работы отдельных каскадов приемника.

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЕ ПРИЕМНИКИ

Помимо приемников прямого усиления, широкое распространение получили более сложные, но более совершенные приемники с преобразованием частоты, называемые иначе супергетеродинными. Все приемники, выпускаемые нашей промышленностью и предназначенные для громкоговорящего приема, строятся, как правило, по супергетеродин-

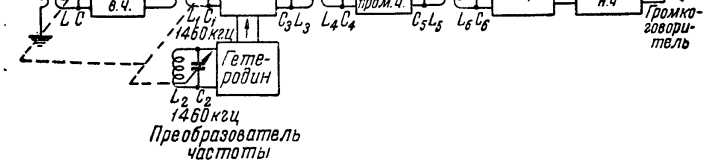


Рис. 5-43. Блок-схема супергетеродинного приемника

ной схеме. Самостоятельное изготовление подобных сложных приемников доступно только более опытным радиолюбителям.

Рассмотрим так называемую блок-схему супергетеродинного приемника (рис. 5-43).

Как мы знаем, в приемнике прямого усиления колебания из антенны поступают в усилитель высокой частоты, затем в детектор, далее в усилитель низкой частоты и, наконец, в телефон или громкоговоритель. В супергетеродине колебания из антенны, имеющие, например, частоту 1000 *кгц*, поступают

во входной контур *LC*, затем в усилитель высокой частоты и далее в преобразователь частоты. Последний состоит из смесителя, называемого иногда первым детектором, и гетеродина. Гетеродин представляет собой маломощный ламповый генератор, в котором создаются колебания с высокой частотой, отличающейся от частоты принимаемых сигналов. Для примера на схеме рис. 5-43 показана частота колебания гетеродина 1460 *кгц*. Как правило, она бывает выше частоты приходящих сигналов. Таким образом, к смесителю подводятся одновременно колебания сигнала и гетеродина, имеющие различные частоты. В результате преобразования этих колебаний в анодной цепи смесителя получается колебание разностной частоты, называемой промежуточной частотой (в нашем случае 460 *кгц*).

Промежуточная частота является высокой частотой, но обычно она бывает ниже частоты сигнала. Настройка супергетеродина всегда осуществляется так, что промежуточная частота имеет одно и то же значение при приеме сигналов различной частоты. Например, для приема сигналов с частотой 1500 *кгц* гетеродин вырабатывает колебания с частотой 1960 *кгц*, и промежуточная частота, равная разности этих частот, снова будет 460 *кгц*.

Колебания промежуточной частоты, полученные после преобразователя, усиливаются далее усилителем промежуточной частоты, имеющим один-два каскада. Этот усилитель дает большое усиление и обеспечивает высокую избирательность, которая достигается применением нескольких резонансных колебательных контуров. Усилитель промежуточной частоты по своей схеме является усилителем высокой частоты и имеет сравнительно простое устройство, так как его колебательные

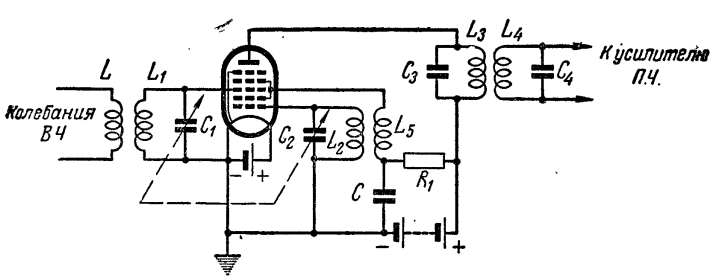


Рис. 5-44. Упрощенная схема преобразователя частоты с гептодом

контуры не нужно настраивать в пределах какого-то диапазона волн. Они всегда настроены на одну и ту же промежуточную частоту. Усиленные колебания промежуточной частоты поступают в детектор (его иногда называют вторым детекто-

ром). После него получаются колебания низкой частоты, которые снова усиливаются и поступают в громкоговоритель. Усилитель низкой частоты имеет обычно один-два каскада.

Из всех каскадов супергетеродина только преобразователь частоты существенно отличается по своей схеме и работе от известных нам каскадов приемника прямого усиления. В преобразователе частоты обычно применяется гептод. Его работу можно рассмотреть с помощью упрощенной схемы, изображенной на рис. 5-44. Катод и две ближайшие к нему сетки составляют триод, входящий в состав гетеродина. Схема гетеродина показана такая же, как на рис. 5-39. Переменное напряжение, создаваемое гетеродином, с помощью первой сетки создает в анодном токе гептода колебания с частотой гетеродина. Эта частота определяется настройкой контура L_2C_2.

Вся лампа в целом входит в состав смесителя. На ее вторую управляющую сетку подается от контура L_1C_1 переменное напряжение приходящих сигналов и поэтому в анодном токе появляется также колебание с частотой сигнала. Таким образом, анодный ток гептода, работающего в преобразователе частоты, имеет одновременно два колебания с различными частотами гетеродина и сигнала. Вследствие того что в лампе происходит процесс детектирования, в анодном токе появляется колебание разностной, т. е. промежуточной, частоты. На нее настраивается контур L_3C_3 в анодной цепи гептода. Каскад преобразования частоты всегда дает также некоторое усиление и поэтому в контуре L_3C_3 получаются усиленные колебания промежуточной частоты.

На сетку гептода, играющую роль анода триода и вместе с тем являющуюся экранирующей сеткой, и на вторую экранирующую сетку подается от анодной батареи напряжение, которое с помощью сопротивления R_1 понижено по сравнению с анодным напряжением. Контуры L_1C_1 и L_2C_2 настраиваются блоком конденсаторов переменной емкости. При этом L_2 и C_2 подобраны так, что частота настройки контура L_2C_2 всегда выше частоты настройки контура L_1C_1 на величину промежуточной частоты, которая бывает чаще всего 465 или 110 *кгц* (для УКВ приемников 8,4 *Мгц*). В современных приемниках схема преобразователя частоты обычно значительно сложнее, чем по рис. 5-44, но принцип ее работы не изменяется.

Каскады усиления высокой и промежуточной частоты работают всегда на пентодах. В усилителе низкой частоты применяют триоды, пентоды и лучевые тетроды. Детектор обычно бывает диодным. Реже в нем бывает триод или пентод. Иногда оконечный каскад делают по двухтактной схеме, в которой включены две лампы (или два транзистора), работающие поочередно в разные полупериоды. Такая схема дает большую мощность при меньших искажениях.

Супергетеродин дает очень большое усиление и поэтому

имеет высокую чувствительность. Кроме того, по сравнению с приемником прямого усиления он обладает значительно лучшей избирательностью, так как в нем всегда бывает несколько колебательных контуров, настроенных в резонанс. В супергетеродине, как и в приемнике прямого усиления, усилитель высокой частоты не обязателен, но он повышает избирательность и чувствительность.

Достоинством супергетеродина по сравнению с приемником прямого усиления является более простая настройка — только с помощью одной ручки, вращающей блок конденсаторов переменной емкости. Ручка обратной связи в нем отсутствует. Недостатком супергетеродина, помимо сложности его устройства, следует считать наличие более заметных шумов в виде шорохов и шипений, создаваемых в самом приемнике. Кроме того, супергетеродин обычно потребляет больше электроэнергии от батарей, так как имеет много ламп, и поэтому он менее экономичен, чем приемник прямого усиления.

Транзисторы также успешно применяются в супергетеродинных приемниках. За исключением преобразователя частоты, отдельные каскады супергетеродинов, работающих на транзисторах, подобны соответствующим каскадам приемников прямого усиления. Каскады усиления промежуточной час-

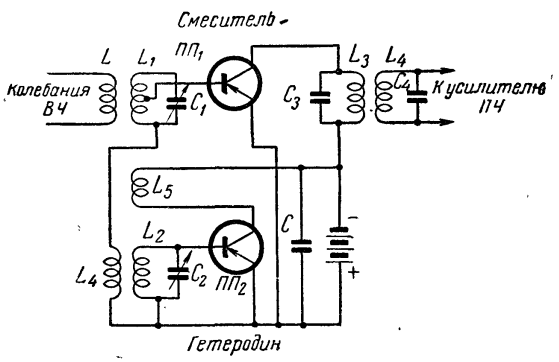


Рис. 5-45. Упрощенная схема преобразователя частоты на двух транзисторах

тоты имеют колебательные контуры с постоянной настройкой. В качестве детектора часто применяется полупроводниковый диод. Однако для повышения чувствительности, особенно в переносных карманных приемниках, нередко детекторный каскад делают на транзисторе. Вследствие того что не существуют многоэлектродные транзисторы, подобные многосеточным лампам — гептодам, преобразователь частоты в транзисторном приемнике обычно имеет отдельный гетеродин, т. е.

работает на двух транзисторах. Один из них входит в схему смесителя, а другой — в схему гетеродина.

Пример схемы преобразователя частоты такого типа дан на рис. 5-45. Колебания высокой частоты принимаемых сигналов (например, 1000 *кгц*) подводятся к контуру L_1C_1 и от него — к транзистору $ПП_1$, выполняющему роль смесителя. К нему же с помощью катушки связи L_4 от колебательного контура гетеродина L_2C_2 подводятся колебания с частотой гетеродина (например, 1465 *кгц*). Гетеродин работает на транзисторе $ПП_2$. Колебания промежуточной частоты (465 *кгц*), возникающие в цепи коллектора транзистора $ПП_1$, выделяются в контуре L_3C_3, включенном в эту цепь и настроенном на промежуточную частоту. Далее они передаются в усилитель промежуточной частоты. Схемы преобразователей частоты на транзисторах могут быть весьма различными. В частности, возможно осуществить преобразование частоты и с одним транзистором, который одновременно будет работать и как гетеродин, и как смеситель, но подобная схема труднее в налаживании, чем преобразователь с отдельным гетеродином.

ПИТАНИЕ ЛАМП В СЕТЕВЫХ ПРИЕМНИКАХ

В приемниках с питанием от сети применяются лампы с катодом косвенного накала. Нити накала этих ламп питаются переменным током иногда непосредственно от сети, но чаще через понижающий трансформатор. В первом случае нити

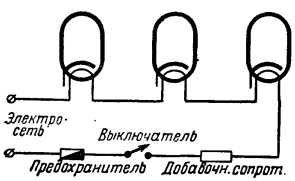


Рис. 5-46. Последовательное включение нитей ламп при питании без трансформатора

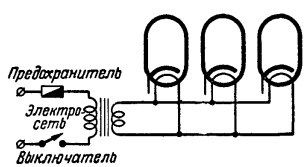


Рис. 5-47. Параллельное включение нитей ламп при питании через трансформатор

соединяют последовательно, как показано на рис. 5-46 (это возможно только для ламп, рассчитанных на одинаковый ток накала). В цепь включают некоторое сопротивление для поглощения излишнего напряжения, а также предохранитель и выключатель. Могут быть еще включены лампочки для освещения шкалы приемника. При питании накала низким напряжением от трансформатора нити ламп соединяются обычно параллельно (рис. 5-47), а предохранитель и выклю-

чатель находятся в цепи первичной (сетевой) обмотки трансформатора.

Анодное питание в сетевых приемниках осуществляется с помощью выпрямителя, который выпрямляет переменный ток сети, т. е. превращает его в постоянный ток. Для такого выпрямления переменного тока применяют специальные диоды, называемые кенотронами, или полупроводниковые диоды. Иногда в качестве маломощных кенотронов используют триоды или пентоды, у которых сетки соединяют накоротко с анодом. Тогда эти лампы работают как диоды.

Если в цепь переменного тока включить диод, то ток в этой цепи станет пульсирующим, представляющим собой импульсы (толчки) тока, следующие друг за другом с частотой 50 *гц*. Это значит, что 0,01 секунды ток будет идти, затем 0,01 секунды его вообще нет, далее в течение 0,01 секунды он снова идет, потом 0,01 секунды опять тока нет и т. д. Чтобы превратить пульсирующий ток в постоянный, идущий все время и не изменяющий своей величины, необходимо сгладить его пульсации с помощью так называемого сглаживающего фильтра, состоящего из конденсаторов большой емкости и дросселя низкой частоты.

На рис. 5-48 показана одна из простейших схем кенотронного выпрямителя со сглаживающим фильтром. Работает она следующим образом. Под действием переменного напряжения

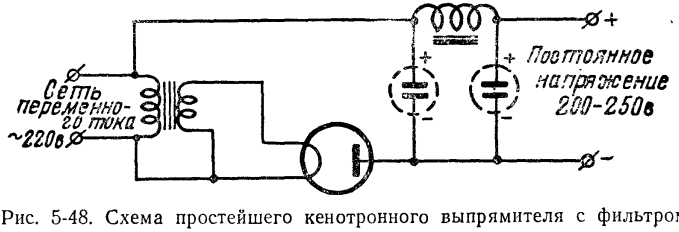


Рис. 5-48. Схема простейшего кенотронного выпрямителя с фильтром

сети 220 *в* через кенотрон проходит пульсирующий ток. Конденсаторы фильтра, заряжаясь от импульсов этого тока, накапливают на себе электрические заряды и отдают их на питание анодных цепей приемника уже в виде почти постоянного тока. Заметим, что конденсаторы не могут разряжаться обратно в сеть через кенотрон, так как он пропускает электроны только в одном направлении — от катода к аноду. Роль конденсаторов похожа на роль большого резервуара, в который вода накачивается толчками насосом, но вытекает из него уже равномерно за счет того, что в этом резервуаре накоплено много воды и ее уровень поддерживается почти постоянным. Сглаживанию пульсаций способствует дроссель низкой частоты, который хорошо пропускает постоянный ток, но представ-

ляет большое сопротивление для переменного тока. В результате после фильтра получается постоянное напряжение примерно в 200—250 *в*, причем плюс всегда будет со стороны катода кенотрона, а минус — со стороны его анода.

Конденсаторы фильтра должны иметь емкость от нескольких микрофарад и более. Обычно их берут электролитическими, и тогда при включении необходимо соблюдать полярность. Дроссель фильтра имеет несколько тысяч витков на замкнутом стальном сердечнике. Если ток, необходимый для питания анодных цепей приемника, небольшой (не превышает 10 *ма*), то вместо дросселя можно включить сопротивление в несколько тысяч ом. Правда, в нем будет теряться несколько десятков вольт полезного постоянного напряжения, но это иногда даже бывает нужно, так как напряжение 200 *в* во многих случаях слишком велико для питания приемника.

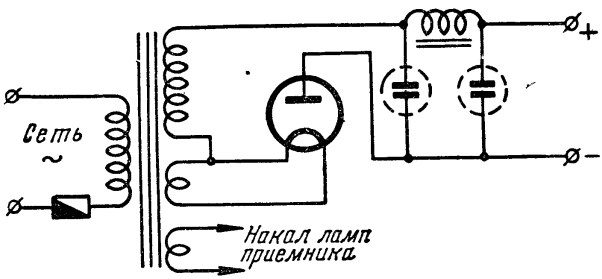


Рис. 5-49. Схема выпрямителя с силовым трансформатором

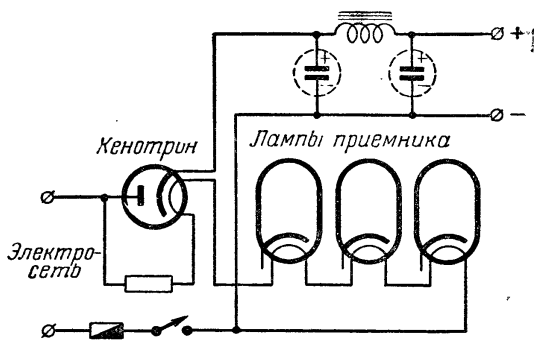


Рис. 5-50. Схема питания приемника без трансформатора

На схеме рис. 5-48 показано, что накал кенотрона питается от специального понижающего трансформатора. Практически обычно делается один трансформатор, имеющий отдель-

ные, хорошо изолированные друг от друга понижающие обмотки для накала ламп приемника и накала кенотрона. Как правило, такой трансформатор имеет еще повышающую обмотку, от которой подается напряжение на диод для выпрямления. Это особенно необходимо в случае, когда напряжение сети равно 127 *в*. Схема подобного выпрямителя показана на рис. 5-49. В простейших сетевых приемниках можно осуществить питание без трансформатора с применением специального кенотрона, имеющего катод косвенного накала, изолированный от подогревателя. Последний включается последовательно с нитями ламп приемника (рис. 5-50).

Неудобство кенотронов заключается в том, что для них требуется питание накала. Вместо кенотронов с успехом применяют селеновые выпрямители или германиевые диоды. Они работают без накала и более долговечны, чем кенотроны.

Селеновый выпрямительный элемент представляет собой пластинку (шайбу) из алюминия или стали, покрытую с одной стороны слоем особого вещества — селена, на который нанесен слой легкоплавкого металла. Через границу селена и легкоплавкого металла ток хорошо проходит только в одном направлении. Так как один селеновый элемент может выдержать сравнительно низкое напряжение, на практике применяют столбики, состоящие из нескольких выпрямительных элементов, соединенных последовательно (рис. 5-51).

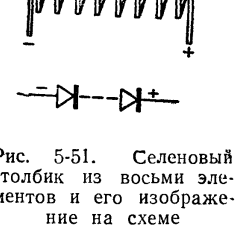


Рис. 5-51. Селеновый столбик из восьми элементов и его изображение на схеме

Для простейших выпрямительных схем, приведенных выше, число элементов берется из такого расчета, чтобы на каждый селеновый элемент приходилось не более 9 *в* подводимого от сети переменного напряжения. Например, при напряжении 220 *в* необходимо в селеновом столбике иметь не менее 24 элементов, а при напряжении 127 *в* — не менее 14 элементов. На каждый квадратный сантиметр поверхности селенового элемента допускается ток не свыше 50 *ма*. Поэтому для питания приемников, работающих на маломощных лампах, вполне подходят выпускаемые у нас селеновые столбики с диаметром шайб 18 *мм*. Такой столбик может давать ток до 40 *ма*. На рис. 5-52 показана схема простейшего селенового выпрямителя на напряжение примерно 200 *в*, имеющего в сглаживающем фильтре сопротивление вместо дросселя.

В прошлом применялись также купроксные (медно-закисные) выпрямители, сходные по внешнему виду с селеновыми. У купроксных выпрямителей шайбы сделаны из меди

и покрыты с одной стороны слоем закиси меди. Однако эти выпрямители выдерживают меньшее напряжение, чем селеновые, и поэтому число шайб у них приходится брать вдвое больше.

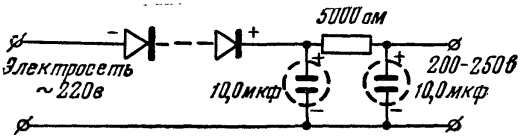


Рис. 5-52. Схема простейшего селенового выпрямителя

Рассмотренные выше схемы выпрямителей называются однополупериодными. В них используется одна полуволна переменного тока и источник этого тока работает в течение одного полупериода. Часто применяются также двухполупериодные выпрямительные схемы (рис. 5-53), в ко-

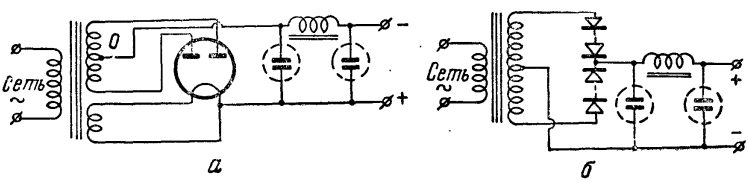


Рис. 5-53. Двухполупериодные схемы кенотронного (*а*) и селенового (*б*) выпрямителей

торых используются обе полуволны. Для кенотронных выпрямителей по такой схеме применяют специальный двуханодный кенотрон (рис. 5-53,*а*). Он представляет собой двойной диод, т. е. имеет в одном баллоне два диода. Их аноды выводятся отдельно, а нити накала соединяются параллельно внутри лампы и поэтому от них сделано только два вывода (на схематическом изображении двуханодного кенотрона для упрощения показывают одну нить накала). В двухполупериодном выпрямителе повышающая обмотка силового трансформатора имеет двойное напряжение и вывод от средней точки (*О* на рис. 5-53,*а*), который является минусом выпрямленного напряжения. Во время одного полупериода работает одна половина этой обмотки и один из диодов, на аноде которого напряжение положительное. В течение второго полупериода работают вторая половина обмотки и второй диод, так как теперь положительное напряжение будет на его аноде. Таким образом, обе половины обмотки и оба диода работают поочередно.

Выпрямленное напряжение при двухполупериодном вып-

рямлении имеет меньшие пульсации, а частота их равна удвоенной частоте тока сети, т. е. составляет 100 *гц*. Это облегчает сглаживание пульсаций. На рис. 5-53,*б* показана схема двухполупериодного селенового выпрямителя. Обычно для него применяется селеновый столбик, собранный так, чтобы у него был вывод от средней точки, являющейся плюсом выпрямленного напряжения.

Рассмотренные схемы выпрямителей с успехом можно осуществить и на германиевых диодах. Их применение имеет то преимущество, что они выдерживают гораздо более высокие напряжения, нежели селеновые вентили. Поэтому последовательное соединение германиевых диодов во многих случаях не требуется.

Большое применение имеет двухполупериодная схема выпрямления, называемая мостовой (рис. 5-54), в которой рабо-

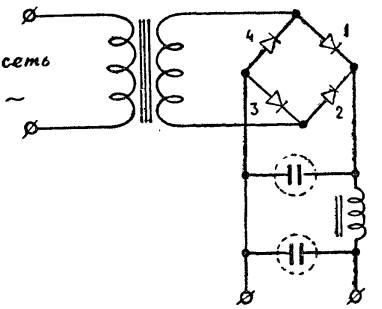


Рис. 5-54. Мостовая схема выпрямителя

тают четыре диода (или селеновый столбик, разделенный на четыре секции). В этой схеме во время одного полупериода ток проходит через диоды *1* и *3*, а во время второго полупериода — через диоды *2* и *4*. Для получения заданного выпрямленного напряжения повышающая обмотка трансформатора мостовой схемы должна быть рассчитана на вдвое меньшее напряжение, чем в схемах по рис. 5-53.

Надо отметить, что если в приемнике выпрямитель собран по схеме без трансформатора или с одним только трансформатором накала, т. е. имеет непосредственное соединение с электросетью, то к приемнику во избежание короткого замыкания сети нельзя присоединять землю. В этом случае опасно также прикасаться к проводам и деталям схемы включенного приемника.

Глава шестая

ПРАКТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЕТЕКТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

ОСОБЕННОСТИ СХЕМ ДЕТЕКТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Как уже упоминалось выше, детекторные приемники работают только на той энергии, которую они получают от передающей радиостанции. Поэтому особое значение для получения хорошей избирательности, чувствительности и громкости приема имеют хорошая антенна, качество контура настройки и подбор связи с детекторной цепью.

Связь с антенной. Антенна может быть подключена непосредственно к контуру (рис. 6-1). Такая связь с антенной

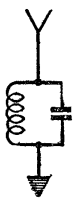


Рис. 6-1. Непосредственная связь антенны с колебательным контуром

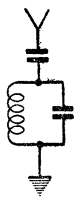


Рис. 6-2. Емкостная связь антенны с колебательным контуром

называется непосредственной связью и она чаще всего применяется в детекторных приемниках, так как обеспечивает наибольшую чувствительность, а следовательно, и громкость приема. Но непосредственная связь обладает и рядом недостатков: настройка приемника зависит от размеров антенны, непосредственное подключение антенны к колебательному контуру ухудшает электрические характеристики последнего, что приводит к уменьшению избирательности приемника.

Для повышения избирательности при наличии мешающих станций следует уменьшать связь с антенной. Сделать это можно путем включения конденсатора связи между антенной и контуром, как это показано на рис. 6-2. Подобная связь носит название емкостной и применяется в детекторных приемниках чаще других видов связи. При этом, чем меньше емкость конденсатора, тем слабее связь с контуром. Ослабление связи влечет за собой уменьшение громкости приема

станций, но заметно увеличивает избирательность приемника. Поэтому уменьшать связь с антенной следует только в том случае, если нельзя отстроиться от соседней радиостанции. В детекторных приемниках емкость конденсатора связи обычно выбирают в пределах от 100 до 500 *пф*.

Качество контура. Приемный колебательный контур из всех колебаний, воздействующих на него, выделяет колебания с наибольшей амплитудой, частота которых совпадает с его собственной частотой. Иными словами, приемник прини-

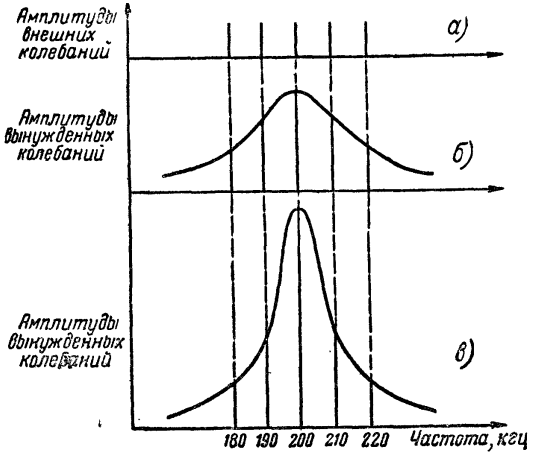


Рис. 6-3. Резонансные кривые двух разных по качеству колебательных контуров: *а* — внешние колебания, воздействующие на контур; *б* — резонансная кривая плохого контура; *в* — резонансная кривая хорошего контура

мает ту радиостанцию, на которую настроен его колебательный контур, а амплитуды колебаний, частота которых отличается от принимаемой, настолько малы, что практически телефон их не воспринимает. Такое условие можно удовлетворить только в том случае, если контур будет иметь острую резонансную кривую. На рис. 6-3 показаны резонансные кривые двух различных по качеству, но имеющих одинаковую собственную частоту колебательных контуров. Предположим, что на эти колебательные контуры будут воздействовать колебания с одинаковой амплитудой, но различной частоты (рис. 6-3,*а*). Тогда в колебательном контуре, резонансная кривая которого показана на рис. 6-3,*б*, возникнут вынужденные колебания с почти равными амплитудами, иначе говоря, приемник с таким колебательным контуром примет все радиостан-

ции, работающие на этих частотах. Колебательный контур, резонансная кривая которого изображена на рис. 6-3,*в*, выделит колебания только одной частоты — 200 *кгц*, а амплитуды колебаний других частот будут значительно меньше, вследствие чего приемник, имеющий такой контур, примет только одну радиостанцию, на которую настроен его контур, остальные же станции слышны не будут.

Острота резонансной кривой колебательного контура зависит от качества контура, или, как говорят, от добротности, выражаемой буквой *Q*. Добротность — это число, показывающее, во сколько раз возрастет напряжение вынужденных колебаний в контуре при резонансе по сравнению с напряжением, подведенным к контуру извне. Чем меньше потери в контуре, тем выше его добротность. Потери в контуре зависят от активного сопротивления провода, которым намотана катушка контура, от качества каркаса, на котором намотана катушка, и от качества конденсатора, входящего в контур. Добротность контура зависит от соотношения между индуктивностью катушки и емкостью конденсатора.

Следовательно, чтобы изготовить катушку высокой добротности, нужно для ее намотки применять довольно толстый провод, делать ее каркас из материала с малыми потерями (керамика, полистирол, специальная пластмасса и т. д.). Размеры каркаса катушки не должны быть слишком маленькими. Катушки, намотанные на больших каркасах, обладают бóльшей добротностью. Конденсаторы в контуре следует применять керамические, слюдяные или с воздушным диэлектриком. Бумажные конденсаторы, имеющие большие потери, для этой цели применять не следует.

Детекторная цепь. Существует несколько видов связи детекторной цепи с колебательным контуром (рис. 6-4). Индуктивная связь (рис. 6-4,*б*) применяется редко, так как она усложняет конструкцию приемника введением дополнительной катушки связи. Чаще применяется автотрансформаторная (рис. 6-4,*в*), или непосредственная связь (рис. 6-4,*а*). При

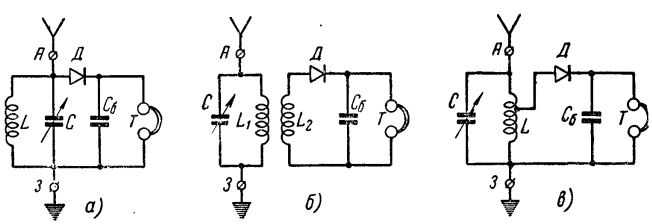


Рис. 6-4. Виды связи детекторной цепи с колебательным контуром: *а* — непосредственная связь; *б* — индуктивная связь; *в* — автотрансформаторная связь

непосредственной детекторной связи вся энергия, полученная в колебательном контуре, передается целиком в детекторную цепь, которая сильно нагружает (шунтирует) колебательный контур. В результате этого резонансная кривая контура становится менее острой и избирательность приемника ухудшается. Чтобы избавиться от этого недостатка, величину связи подбирают. Величина связи по схеме рис. 6-4,*б* зависит от расстояния между катушками: чем ближе катушки друг к другу, тем связь больше. При автотрансформаторной связи ее величина зависит от числа витков, подключенных к детекторной цепи. Иными словами, чем больше витков катушки подключено к детекторной цепи, тем больше связь. При уменьшении детекторной связи возрастает избирательность приемника, но чувствительность его при этом падает. Для того чтобы из колебательного контура передать в детекторную цепь наибольшее количество принятой энергии без ущерба для избирательности, необходимо подбирать наивыгоднейшую связь с детекторной цепью.

Подобрать постоянную детекторную связь очень трудно, так как она зависит от многих причин. Поэтому ее во многих случаях имеет смысл делать переменной.

В схемах с индуктивной детекторной связью конструкцию катушки делают такой, чтобы было можно в процессе настройки приемника изменять расстояние между катушками, т. е. сдвигать и раздвигать их между собой. В схемах с автотрансформаторной связью делают от катушки несколько отводов и с помощью переключателя подключают к детекторной цепи ту или иную часть катушки, подбирая лучшую связь.

КАК РАССЧИТАТЬ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

При постройке приемника радиолюбителю часто приходится прибегать к расчету колебательного контура. Такой расчет необходим в случае, если приемник собирается по какой-либо принципиальной схеме и данные колебательного контура не указаны, или нужно, чтобы приемник работал в другом диапазоне частот, чем указано в описании. В этих случаях, пользуясь несложными формулами, можно легко и быстро рассчитать колебательный контур и входящие в него элементы.

Длину волны, на которую настроен колебательный контур, определяют по следующей формуле:

$$\lambda = 1{,}89\sqrt{L \cdot C},$$

где λ — длина волны в метрах (*м*);
L — индуктивность контура в микрогенри (*мкгн*);
C — емкость контура в пикофарадах (*пф*).

Из приведенного выражения видно, что между длиной волны и произведением индуктивности на емкость существует квадратичная зависимость. Иными словами, для изменения длины волны в два раза необходимо изменить индуктивность или емкость контура в четыре раза.

Пользуясь приведенной формулой и зная величины индуктивности и емкости, можно определить длину волны, на которую будет настроен контур. Так, например, если индуктивность контура равна 450 *мкгн*, а емкость 200 *пф*, то длина волны в метрах, на которую он настроен, будет равна:

$$\lambda = 1{,}89\sqrt{L \cdot C} = 1{,}89\sqrt{450 \cdot 200} = 567 \text{ м}.$$

Путем несложных преобразований из приведенной выше формулы можно определить величину индуктивности или емкости контура по заданной длине волны:

$$C = \frac{\lambda^2}{3{,}55 \cdot L} \quad \text{или} \quad L = \frac{\lambda^2}{3{,}55 \cdot C}.$$

Пользуясь приведенными формулами для расчета элементов контура, следует помнить, что емкость контура определяется не только величиной емкости входящего в него конденсатора. Она обычно складывается из емкости самого конденсатора, собственной емкости катушки, емкости монтажа и собственной емкости антенны.

Приведем практические примеры расчета колебательного контура.

1. Нужно рассчитать колебательный контур, настроенный на радиостанцию, длина волны которой равна 340 *м*. Контур состоит из катушки индуктивности и непосредственно подключенных к ней антенны и заземления. Собственная емкость обычной горизонтальной антенны длиной 30—40 *м* равна примерно 200 *пф*. Собственная емкость катушки порядка 20 *пф* и емкость монтажа детекторного приемника 10 *пф*. Определяют общую емкость контура:

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{ант}} + C_{\text{кат}} + C_{\text{монт}} = 200 \text{ пф} + 20 \text{ пф} + 10 \text{ пф} = 230 \text{ пф}.$$

Тогда индуктивность контура будет равна:

$$L_{\text{конт}} = \frac{\lambda^2}{3{,}55 \cdot C} = \frac{340 \cdot 340}{3{,}55 \cdot 230} \approx 142 \text{ мкгн}.$$

Индуктивность контура $L_{\text{конт}}$ в данном случае составлена из индуктивности антенны $L_{\text{ант}}$ и индуктивности катушки $L_{\text{кат}}$, которые соединены последовательно. Индуктивность антенны длиной 30—40 *м* равна примерно 60 *мкгн*. Следовательно, индуктивность катушки будет равна:

$$L_{\text{кат}} = L_{\text{конт}} - L_{\text{ант}} = 142 \text{ мкгн} - 60 \text{ мкгн} = 82 \text{ мкгн}.$$

2. Нужно рассчитать колебательный контур, настроенный на ту же длину волны, что и в первом примере, при тех же данных емкостей, входящих в контур, но антенна подключена не непосредственно к контуру, а через конденсатор связи, емкость которого равна 100 *пф* (рис. 6-2).

В данном случае расчет индуктивности катушки $L_{кат}$ производится следующим образом. Сначала подсчитывают емкость контура $C_{конт}$, которая будет состоять из емкости антенны $C_{ант}$, емкости связи $C_{св}$, емкости монтажа $C_{монт}$ и емкости катушки $C_{кат}$. Но емкость антенны $C_{ант}$ и емкость связи $C_{св}$ включены последовательно между собой. При последовательном соединении двух емкостей общая их емкость подсчитывается по формуле:

$$C_{общ} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Следовательно, емкость контура будет равна:

$$C_{конт} = \frac{C_{св} \cdot C_{ант}}{C_{св} + C_{ант}} + C_{монт} + C_{кат} = \frac{100 \cdot 200}{100 + 200} + 10 + 20 = 97 \text{ } пф.$$

Затем, так же как и в первом примере, подсчитывают индуктивность катушки:

$$L_{кат} = \frac{\lambda^2}{3{,}55 \cdot C_{конт}} - L_{ант} = \frac{340 \cdot 340}{3.55 \cdot 97} - 60 \approx 287 \text{ } мкгн.$$

3. Требуется рассчитать колебательный контур приемника, предназначенного для приема радиостанций, работающих в диапазоне средних волн 550—200 *м* (545—1500 *кгц*). Антенна подключена непосредственно к колебательному контуру. Для настройки применен конденсатор переменной емкости. Конденсаторы, применяемые обычно для настройки приемников, имеют минимальную емкость 10—15 *пф* и максимальную — 400—550 *пф*. Возьмем конденсатор, минимальная емкость которого 10 *пф* и максимальная 550 *пф*. Расчет контура начинают с проверки перекрытия диапазона, т. е., можно ли с помощью данного конденсатора переменной емкости перекрыть указанный диапазон волн. Для этого определяют коэффициент перекрытия диапазона:

$$K = \frac{550 \text{ } м}{200 \text{ } м} = 2{,}75.$$

Затем определяют коэффициент перекрытия контура. Для этого подсчитывают начальную и конечную емкость контура:

$$C_{нач} = C_{мин.конд} + \frac{C_{ант} \cdot C_{св}}{C_{ант} + C_{св}} + C_{кат} + C_{монт} = 10 + \\ + \frac{200 \cdot 50}{200 + 50} + 20 + 10 = 80 \text{ } пф.$$

$$C_{\text{конеч}} = C_{\text{макс.конд}} + \frac{C_{\text{ант}} \cdot C_{\text{св}}}{C_{\text{ант}} + C_{\text{св}}} + C_{\text{кат}} + C_{\text{монт}} =$$

$$= 550 + \frac{200 \cdot 50}{200 + 50} + 20 + 10 = 620 \ \textit{пф}.$$

Коэффициент перекрытия контура подсчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{конт}} = \sqrt{\frac{C_{\text{конеч}}}{C_{\text{нач}}}} = \sqrt{\frac{620}{8}} \approx 2{,}77.$$

Следовательно, выбранный конденсатор переменной емкости перекроет заданный диапазон волн.

Если же коэффициент перекрытия диапазона получится больше коэффициента перекрытия контура, то диапазон разбивают на два или несколько поддиапазонов и применяют вместо одной две или несколько катушек.

Индуктивность контура подсчитывают по уже известной формуле:

$$L_{\text{конт}} = \frac{\lambda^2}{3{,}55 \cdot C},$$

где C — начальная емкость контура и λ — наименьшая волна, или C — конечная емкость и λ — наибольшая волна.

Таким образом, индуктивность катушки $L_{\text{кат}}$ будет равна:

$$L_{\text{кат}} = L_{\text{конт}} - L_{\text{ант}} = \frac{\lambda^2}{3{,}55 \cdot C} - L_{\text{ант}} = \frac{200 \cdot 200}{3{,}55 \cdot 80} - 60 = 80 \ \textit{мкгн}.$$

Определив величину индуктивности катушки колебательного контура, следует выбрать конструкцию каркаса катушки, вид намотки и рассчитать число ее витков. По виду намотки катушки разделяются на однослойные и многослойные. Многослойные катушки могут быть намотаны «внавал» или на специальных станках. Индуктивность катушки зависит от ее размеров и числа витков. Чем больше катушка и чем больше в ней содержится витков, тем больше ее индуктивность.

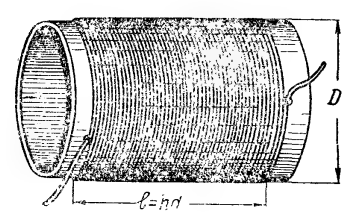


Рис. 6-5. Цилиндрическая однослойная катушка

Индуктивность цилиндрической однослойной катушки, показанной на рис. 6-5, может быть подсчитана по формуле:

$$L = \frac{D^2 \cdot n^2}{1000l + 440D},$$

где L — индуктивность, *мкгн*;

D — диаметр катушки, равный диаметру каркаса плюс диаметр провода, *мм*;

l — длина намотки, т. е. расстояние между центрами крайних витков, *мм*;

n — число витков.

Величина может быть выражена также произведением диаметра применяемого провода (в изоляции) на число витков.

Выбрав конструкцию и размеры каркаса катушки, определяют число витков катушки. Для детекторных приемников обычно применяют цилиндрические катушки диаметром 50—80 *мм* и длиной 100—120 *мм*, имеющие однослойную намотку. Провод применяется в эмалевой изоляции диаметром 0,3—0,6 *мм*. Ориентировочно можно определить число витков однослойной катушки, пользуясь следующими формулами:

$$n \approx 12 \sqrt{\frac{L}{D}} \text{ (для } l = D\text{)};$$

$$n \approx 4{,}5 \sqrt{\frac{L}{D}} \text{ (для } l = 2D\text{)},$$

где n — число витков катушки;

L — индуктивность, *мкгн*;

D — диаметр каркаса, *см*.

Определив примерное число витков катушки при заданном проводе и каркасе, подсчитывают ее индуктивность по вышеприведенной формуле. Если величина индуктивности получается больше, чем заданная, то расчет проделывают заново,

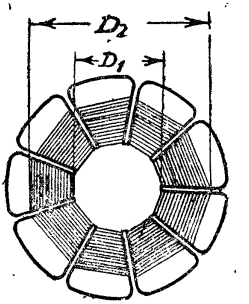


Рис. 6-6. Плоская корзинчатая катушка

взяв соответственно меньшее число витков катушки, и, наоборот, если индуктивность катушки получилась меньше заданной, делают пересчет с большим числом витков. Так пере-

считывают несколько раз, пока не получится нужная индуктивность.

В детекторных приемниках иногда применяют так называемые плоские корзинчатые катушки (рис. 6-6). Индуктивность корзинчатой катушки подсчитывают по формуле:

$$L = \frac{n^2 (D_2 + D_1)^2}{300D_2 - 1400D_1},$$

где L — индуктивность, *мкгн;*
n — число витков;
D_1 — внутренний диаметр катушки, *мм;*
D_2 — внешний диаметр, *мм.*

Порядок расчета такой же, как и однослойной цилиндрической катушки.

Многослойные катушки, намотанные «внавал» или «универсаль» (рис. 6-7), рассчитываются по формуле:

$$L_{мкгн} = \frac{8 \cdot D^2 \cdot n^2}{1000\,(3D + 9в + 10с)},$$

где D — средний диаметр катушки, *мм;*
$в$ — ширина намотки, *мм;*
$с$ — толщина намотки, *мм.*

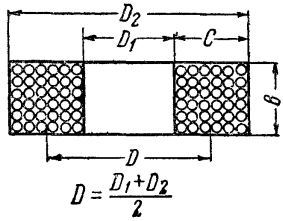


Рис. 6-7. Многослойная катушка

Пользуясь приведенными формулами, можно рассчитать любую катушку для детекторного приемника.

Все рассмотренные расчеты после небольшой тренировки выполняются очень быстро и, несмотря на приближенный характер, дают вполне удовлетворительные результаты.

ПРИЕМНИК С ФИКСИРОВАННОЙ НАСТРОЙКОЙ НА ОДНУ СТАНЦИЮ

Схема простейшего детекторного приемника, рассчитанного на прием одной радиостанции, приведена на рис. 6-8.

Приемник состоит из катушки, детектора, наушников и блокировочного конденсатора. В колебательный контур приемника входит катушка и емкость, образующаяся между антенной и землей. Основной деталью приемника является катушка. Рассчитав величину индуктивности катушки и зная емкость антенны, можно получить контур, собственная частота которого будет соответствовать частоте нужной радиостанции. Для более точной настройки на принимаемую радиостанцию в катушке целесообразно сделать ряд отводов.

Для изготовления каркаса вырезают из плотной бумаги

(или прессшпана) полосу шириной, равной длине будущей катушки, и длиной в пять-шесть раз больше диаметра катушки с таким расчетом, чтобы бумага образовала несколько слоев. Для детекторного приемника целесообразно применять катушки больших размеров и наматывать их сравнительно толстым проводом, чтобы они были добротными. Диаметр таких катушек обычно выбирают равным 50—70 *мм* и длину — 100—120 *мм*.

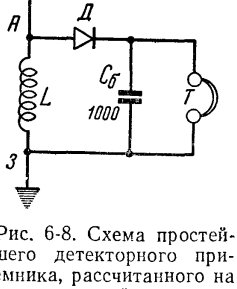


Рис. 6-8. Схема простейшего детекторного приемника, рассчитанного на прием одной станции

В качестве круглой болванки для изготовления каркаса можно использовать четвертьлитровую бутылку диаметром 60 *мм*. Исходя из этих размеров вырезают бумажную ленту шириной 100 *мм* и длиной 350 *мм*. Затем бутылку или другую подходящую болванку обматывают двумя-тремя слоями газетной бумаги, поверх которой накладывают заготовленную ленту. Сделав один оборот вокруг болванки, промазывают всю ленту столярным или каким-либо другим клеем и плотно наматывают ее в несколько слоев. Чтобы каркас хорошо склеился и

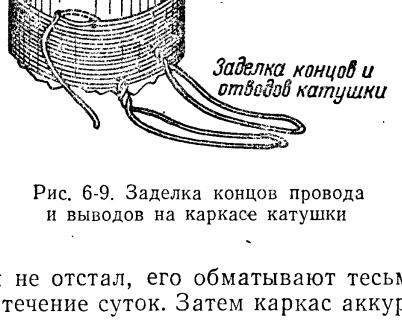


Рис. 6-9. Заделка концов провода и выводов на каркасе катушки

конец бумаги не отстал, его обматывают тесьмой и в таком виде сушат в течение суток. Затем каркас аккуратно снимают с болванки и зачищают его поверхность и торцы мелкой шкуркой. После этого следует пропитать каркас расплавленным парафином или бакелитовым лаком.

Катушку наматывают медным проводом диаметром 0,4—0,7 *мм* в эмалевой изоляции. Намотку производят виток к витку, начало провода закрепляют путем пропускания его че-

рез два близко расположенных отверстия в каркасе (рис. 6-9). Конец намотки закрепляют таким же способом.

Число витков катушки зависит от частоты, на которую должен быть настроен колебательный контур, иными словами, от длины волны радиостанции, которую должен принимать приемник. Для определения числа витков катушки следует произвести расчет, как это указывалось выше. Определив нужное число витков, наматывают катушку, а для того, чтобы можно было точно настроить приемник на принимаемую радиостанцию, в начале обмотки делают 5—10 отводов, через каждые пять витков. Отводы делают в виде петель и скручивают по всей длине, как это показано на рис. 6-9. Общее же количество витков следует увеличить против расчетного на 5—10%.

Можно также намотать катушку и без расчета. В этом случае наматывают на каркас провод до заполнения. Обычно умещается витков 250—300. С такой катушкой можно получить перекрытие длинноволнового и средневолнового диапазонов. Нужное число витков подбирают опытным путем следующим образом. С помощью наждачной шкурки зачищают изоляцию провода по всей длине катушки. Установив катушку и собрав приемник по приведенной схеме, подключают к нему антенну и заземление. Затем отключают нижний конец катушки (земляной) от схемы, припаивают к гнезду «З» гибкий проводничок, на конце которого припаяна обычная булавка. Касаются булавкой зачищенных витков катушки, перемещая булавку вдоль катушки, пока не будет услышана радиостанция. Перемещая булавку по соседним виткам, добиваются наибольшей громкости приема. Найдя таким образом нужную точку, обрывают в этом месте провод и сматывают с катушки один виток. Получившиеся два конца зачищают и скручивают. Этот отвод и припаивают к гнезду «З».

Приемник собирают на фанерной панели, пропитанной парафином, бакелитовым или спиртовым лаком. На панели с помощью винтов или шурупов устанавливают катушку, крепят гнезда для включения антенны, заземления и телефонов, подсоединяют детектор и блокированный конденсатор. Все детали должны быть соединены между собой, как это указано на принципиальной схеме. Очень важно все соединения делать, применяя пайку, так как при простой скрутке проводов из-за неизбежного их окисления с течением времени нарушаются контакты и работа приемника ухудшается или совсем прекращается.

Рис. 6-10. Самодельные гнезда

В качестве детектора, как уже указывалось, можно применить любой точечный полупроводниковый диод. Гнезда можно использовать готовые. Если таковых нет, их очень просто можно изготовить из полосок жести (рис. 6-10). Такие

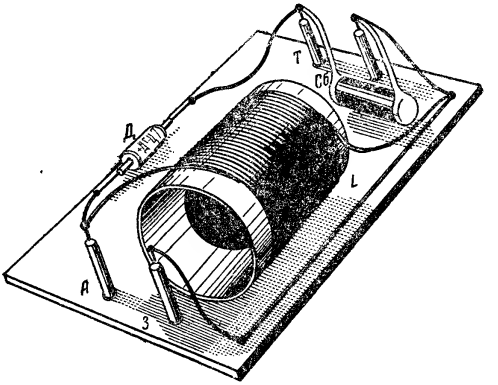


Рис. 6-11. Вид на смонтированный приемник со стороны монтажа

гнезда плотно вставляют в отверстия, просверленные в панели, и склепывают с обеих сторон. Панель собранного приемника со стороны монтажа показана на рис. 6-11.

Когда приемник будет собран, можно приступить к его опробованию. Для детекторного приемника применяют электромагнитные или пьезоэлектрические головные телефоны. Электромагнитные телефоны должны быть высокоомные, порядка 2000—4000 *ом*. При применении пьезоэлектрических телефонов параллельно им следует подключать сопротивление величиной 50 000—100 000 *ом*.

Опыты по приему станций надо производить в те часы, когда известно, что слышимые в данной местности станции работают. Для описанного приемника нужна наружная антенна, подвешенная над землей не ниже 10—15 *м* и длиной горизонтальной части 20—40 *м*. Настройка приемника на выбранную радиостанцию и подбор витков катушки описаны выше.

Готовый приемник следует поместить в фанерный ящик, крышкой которого будет служить панель приемника.

ПРИЕМНИК С ФИКСИРОВАННОЙ НАСТРОЙКОЙ НА НЕСКОЛЬКО СТАНЦИЙ

Если в данной местности возможен прием на детекторный приемник нескольких радиостанций, можно сделать приемник с фиксированной настройкой на эти станции, немного услож-

нив конструкцию предыдущего приемника. Для этого в катушке приемного контура следует сделать соответствующие отводы и установить переключатель, с помощью которого осуществляется переключение с одной станции на другую. Схема такого видоизмененного приемника на три фиксированные настройки приведена на рис. 6-12.

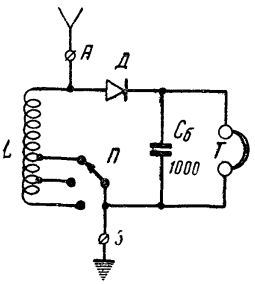


Рис. 6-12. Схема детекторного приемника на три фиксированные настройки

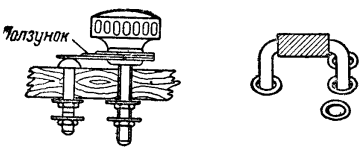


Рис. 6-13. Устройство самодельных переключателей

Переключатель можно использовать готовый, ползункового типа. Очень простой и вполне надежный переключатель изготавливают из гнезд и вилки (рис. 6-13). Вокруг центрального гнезда на одинаковом расстоянии устанавливают нужное число гнезд (по количеству фиксированных настроек). Переключение осуществляется перестановкой штепсельной вилки с закороченными ножками в соответствующее гнездо, которое оказывается соединенным с центральным гнездом. Вместо вилки можно использовать согнутую в виде буквы П медную проволоку. К каждому из гнезд подпаивают соответствующие отводы от катушки.

Существуют схемы приемников, имеющих не одну катушку с отводами, а несколько катушек, причем каждая из них настраивается на определенную станцию. Такие приемники, несмотря на некоторое усложнение, имеют то преимущество, что настраивать их значительно проще. Схема с тремя отдельными катушками приведена на рис. 6-14. Каждая катушка настраивается ферритовым или карбонильным сердечником, который перемещается внутри каркаса катушки и тем самым изменяет ее индуктивность.

Катушки наматываются на каркасах, склеенных из бумаги (рис. 6-15). Для изготовления каркасов вырезают из бумаги

ленту шириной 40 *мм*, которую плотно наматывают на круглую палочку толщиной 9,5 *мм* до получения наружного диаметра 12 *мм*. Каждый слой бумажной ленты промазывают

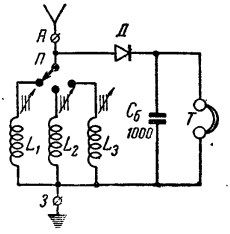


Рис. 6-14. Схема детекторного приемника с тремя катушками

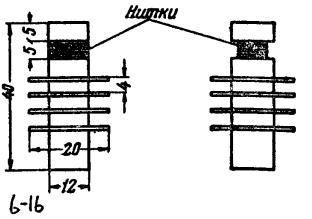


Рис. 6-15. Каркасы для катушек

столярным клеем. Затем каркасы хорошо просушивают и снимают с болванки. Торцы и поверхность каркасов зачищают мелкой шкуркой.

В каждом каркасе на расстоянии 5 *мм* от верхнего края с противоположных сторон прорезают два прямоугольных отверстия шириной 5 *мм* и на получившиеся окна в каркасе наматывают виток к витку один слой из толстой нитки. Витки этой нитки будут выполнять роль винтовой нарезки, необходимой для плавного перемещения карбонильных сердечников внутри каркасов. Для настройки катушек применяют карбонильные сердечники СЦР-7 или СЦР-8 с резьбой диаметром 9 *мм*. Готовые каркасы покрывают спиртовым лаком.

Из гетинакса, текстолита или прессшпана толщиной 0,3—0,5 *мм* вырезают щечки. На каждый каркас нужно изготовить по четыре щечки. Внутренние отверстия в щечках следует делать с таким расчетом, чтобы они плотно держались на каркасе. Щечки надевают на каркас и приклеивают спиртовым лаком.

Наматывают катушки между щечками. Таким образом, каждая катушка состоит из трех секций. Катушка L_1 рассчитана на прием станций в диапазоне от 300 до 400 *м*, она намотана проводом ПЭЛ 0,35 и имеет 22×3 витков. Катушка L_2 перекрывает диапазон от 1100 до 1400 *м* и содержит 80×3 витков того же провода. Катушка, рассчитанная на диапазон от 1500 до 1900 *м*, состоит из 110×3 витков того же провода.

К панели приемника катушки крепят с помощью маленьких шурупов, для чего в нижние части каркасов вклеивают деревянные пробки.

Приемник собирают на панели, изготовленной из фанеры и имеющей вид коробки. Расположение деталей внутри коробки видно на рис. 6-16.

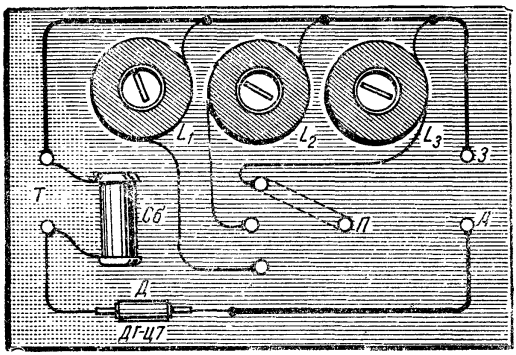


Рис. 6-16. Вид на приемник со стороны монтажа

После того как приемник будет смонтирован и все соединения проверены, приступают к его настройке. Для этого включают телефоны, подключают антенну и заземление. Переключатель устанавливают в положение, соответствующее включению той катушки, в диапазоне которой работает в настоящее время радиостанция. Затем сердечник включенной катушки начинают ввинчивать внутрь каркаса, добиваясь наибольшей громкости приема станции. То же повторяют со второй и третьей катушками, соответственно подключая их с помощью переключателя. Настроив приемник на все три станции, следует закрепить сердечники катушек с помощью расплавленного парафина или церезина.

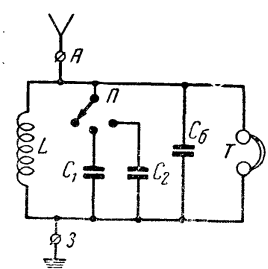


Рис. 6-17. Схема приемника с фиксированной настройкой на три станции

Приведем еще одну схему с фиксированной настройкой (рис. 6-17). В данной схеме перестройка с одной станции на другую осуществляется изменением емкости контура путем подключения конденсаторов соответствующей величины. В таком приемнике применяют одну катушку, которую рассчитывают на прием радиостанции, работающей на наиболее ко-

роткой волне из трех выбранных станции. Конденсаторы C_1 и C_2 рассчитывают так, чтобы собственная частота контура при подключении одного из них соответствовала частоте (или длине волны) других, более длинноволновых станций. Эти конденсаторы переключателем $П$ включаются поочередно к контуру при переходе на прием этих станций.

ПРИЕМНИК С НАСТРОЙКОЙ ВАРИОМЕТРОМ

Для плавной настройки в приемнике может быть применен вариометр. Схема приемника с вариометром приведена на рис. 6-18. Вариометр состоит из двух плоских корзинчатых катушек. Каркасы катушек изготавливаются из оргстекла, фанеры, текстолита или другого изоляционного материала. Устройство и размеры каркасов показаны на рис. 6-19.

Один из каркасов имеет ручку, с помощью которой одна катушка перемещается по отношению к другой и тем самым осуществляется настройка приемника. Для намотки катушки в каждом каркасе пропиливают по девять радиальных прорезей глубиной 25—30 *мм*. Катушки наматывают проводом ПЭЛ 0,3—0,4. Возле внутреннего конца одной из прорезей просверливают два отверстия, в которых закрепляется начало обмотки. При укладке провод пропускают то вниз, то вверх через прорези каркаса, чтобы каждый виток обмотки огибал секторы каркаса то с верхней, то с нижней стороны. Во время намотки провод необходимо натягивать и следить, чтобы не образовались узлы. Когда провод обогнет все секторы и подойдет к прорези, откуда начиналась намотка, будет намотан один виток.

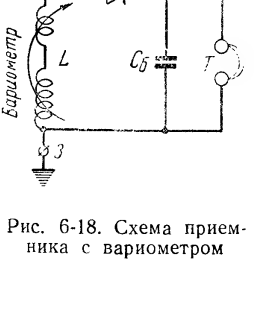


Рис. 6-18. Схема приемника с вариометром

Для приема станций, работающих на волнах длиной от 300 до 800 *м*, надо намотать по 40—50 витков провода на каждую катушку, для приема станций, работающих в диапазоне волны от 800 до 2000 *м*, — по 80—100 витков. Конец обмотки крепится так же, как и начало.

Все детали приемника монтируют на панели 100×200 *мм*. Материалом для панели могут служить оргстекло, текстолит, гетинакс или фанера толщиной 2,5—3 *мм*. На панели сначала делают разметку, сверлят все отверстия и устанавливают гнезда для включения антенны, заземления и телефонов. Затем крепят катушки. Сначала с помощью болтика или шурупа, пропущенного через центральное отверстие каркаса, устанавливают неподвижную катушку, т. е. катушку, не имеющую ручки. После этого в отверстия панели и каркаса

со стороны панели вставляют болтик диаметром 3—4 *мм* и длиной 15—20 *мм*, на который навинчивают гайку. Поверх гайки надевают тонкую металлическую шайбу и устанавливают подвижную катушку, сверху которой также надевают шайбу. Затем навинчивают две гайки. Одну гайку завинчивают так, чтобы подвижная катушка могла с небольшим трением перемещаться, другую завинчивают до упора — она предохраняет первую от развинчивания в момент перемещения катушки. Все детали приемника соединяют между собой, как это показано на принципиальной схеме, а места соединения тщательно пропаивают. К нижней стороне панели прибивают два деревянных брусочка, служащих подставкой для собранного приемника.

Для работы приемника нужны наружная антенна длиной 20—30 *м* и хорошее заземление.

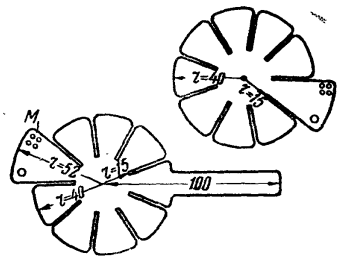


Рис. 6-19. Каркасы катушек для вариометра

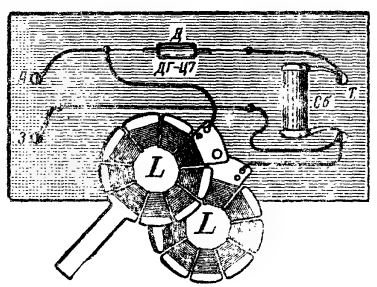


Рис. 6-20. Вид на приемник со стороны монтажа

ПРИЕМНИК С НАСТРОЙКОЙ КОНДЕНСАТОРОМ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

Наибольшее распространение получили приемники, настройка которых осуществляется с помощью конденсаторов переменной емкости (рис. 6-21).

Для подбора оптимальной связи с антенной в приемнике применен переключатель $П_1$, с помощью которого последова-

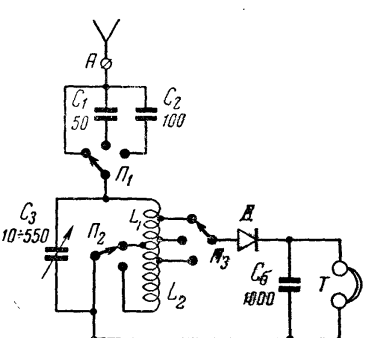


Рис. 6-21. Схема приемника с плавной настройкой

тельно с антенной включаются конденсаторы C_1 или C_2, тем самым изменяя связь с антенной. Переключатель $П_2$ служит для переключения диапазонов. Приемник имеет два диапазона: длинноволновый от 700 до 200 *м* (430—150 *кгц*) и средневолновый от 200 до 580 *м* (1500—520 *кгц*). В приемнике применена переменная связь с детекторной цепью, осуществляемая переключателем $П_3$.

Введение дополнительных переключателей несколько усложняет схему и конструкцию приемника, но вместе с тем позволяет получить от приемника максимальную чувствительность и избирательность. Для приемника нужен конденсатор переменной емкости, начальная емкость которого равна 10—15 *пф* и конечная — 450—500 *пф*. Такие конденсаторы наша промышленность в настоящее время не выпускает и их можно достать случайно. Сейчас выпускаются сдвоенные конденсаторы переменной емкости (блоки), которые с успехом можно применять в детекторных приемниках, использовав одну секцию блока. Катушка приемника намотана на ребристом каркасе, что значительно повышает ее качество (рис. 6-22). При приеме длинных волн включена вся катушка (L_1 и L_2), а при приеме средних волн — только верхняя ее секция L_1.

Каркас катушки сделан из полос оргстекла. По размерам, указанным на рис. 6-22, выпиливают две прямоугольные полоски, вдоль которых до половины их длины делают пропилы по толщине оргстекла. Затем полоски вставляют друг в друга

перпендикулярно своим плоскостям, как это показано на рис. 6-22, и склеивают дихлорэтаном. При отсутствии органического стекла каркас можно сделать из прессшпана или двухмиллиметровой фанеры и после склейки проварить в парафине. Замена оргстекла прессшпаном или фанерой нежелательна, так как при этом значительно снижается добротность катушки.

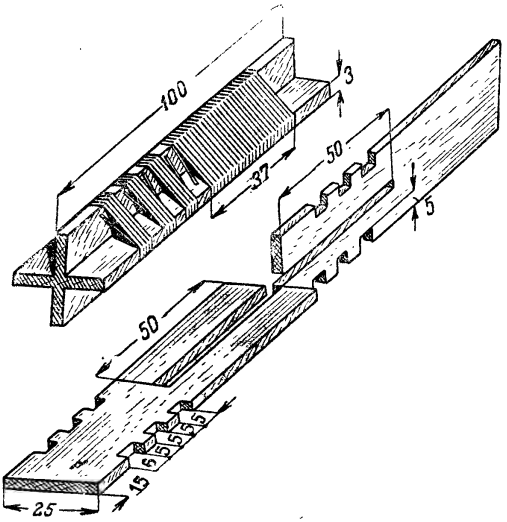


Рис. 6-22. Внешний вид катушки и устройство ребристого каркаса

В нижней части готового каркаса делают пропилы по размерам, указанным на рис. 6-22, для намотки катушки длинноволнового диапазона. Глубина пропилов 5 *мм*. На краях каркаса сверлят отверстия диаметром 1—2 *мм* для закрепления выводов катушек.

Катушка L_1 — однослойная, ее наматывают виток к витку проводом ПЭЛ 0,25—0,3, она содержит 140 витков. При намотке катушки делают отводы в виде петель из того же провода, которым наматывается катушка через каждые 10 витков, считая от начала обмотки.

Катушку L_2 наматывают «внавал» проводом ПЭЛ 0,1—0,2, она состоит из трех секций по 115 витков каждая. Катушки L_1 и L_2 наматывают в одну сторону и соединяют между

сооой последовательно. Когда катушка будет изготовлена, можно начать сборку и монтаж приемника. Приемник монтируют на фанерной панели размером 110×180 *мм*.

На ось конденсатора переменной емкости привинчивают ручку, с помощью которой настраивают приемник. Для того чтобы удобнее было пользоваться приемником и не повредить его монтажа, смонтированную панель устанавливают в фанерный ящик, монтажом внутрь ящика.

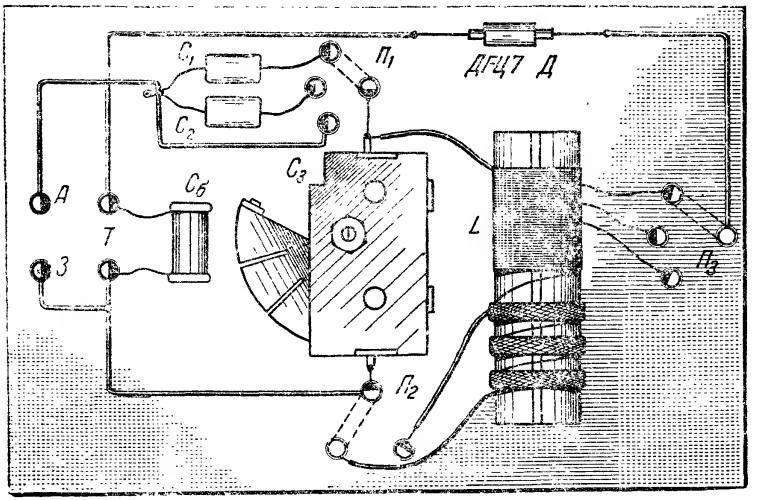


Рис. 6-23. Вид на приемник со стороны монтажа

* *
*

Мы привели достаточное количество схем и конструкций детекторных приемников. Радиолюбитель, исходя из реальных возможностей приема в данной местности, имеющихся у него материалов и деталей, сможет выбрать подходящую для себя схему. Следует предупредить, что излишне усложнять схему и конструкцию приемника без основательных причин не рекомендуется, так как в большинстве случаев хорошие результаты можно получить, применяя самые простые схемы.

Глава седьмая

САМОДЕЛЬНЫЕ ПРИЕМНИКИ И УСИЛИТЕЛИ

В этой главе описаны различные конструкции любительских радиоприемников. Многие из них рассчитаны на питание от батарей и предназначены для местности, где нет электрической сети. В схемах приемников использованы транзисторы или пальчиковые лампы. Одна из включенных в главу конструкций приемников может работать от батарей и от сети переменного тока. Такой приемник можно рекомендовать для мест, где электрическая энергия подается всего на несколько часов в день или где электрификация намечена по плану семилетки. В главе описываются также две несложные конструкции сетевых радиоприемников для электрифицированных сельских районов.

Изготовление простых ламповых и транзисторных приемников вполне доступно для любого начинающего радиолюбителя. Материал расположен в данной главе так, чтобы дать читателям практические навыки по сборке радиоприемников от самых несложных и дешевых до приемников средней сложности. Обращено внимание на умение пользоваться транзисторами. Для этого сначала описаны простейшие усилители на транзисторах, представляющие чисто учебный интерес, затем приемники на одном и двух транзисторах и несколько более сложные конструкции, приступать к которым рекомендуется после практики с предыдущими.

УСИЛИТЕЛИ И ПРОСТЫЕ ПРИЕМНИКИ НА ТРАНЗИСТОРАХ

Основной недостаток детекторных приемников заключается в том, что они принимаемый сигнал только преобразуют, а не усиливают. Вследствие этого громкость принимаемых станций очень низкая, а прием всегда ведется на головные телефоны.

Для того чтобы усилить принятый детекторным приемником сигнал, применяют усилители низкой частоты. Они могут быть выполнены на электронных лампах или на полупроводниковых триодах — транзисторах. Целесообразнее делать такие усилители на транзисторах, так как они значительно экономичнее ламповых.

УСИЛИТЕЛЬ НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Схема усилителя на одном транзисторе приведена на рис. 7-1. В усилителе могут быть применены транзисторы типа П6А, П6Б, П6В или П13, П14 любой группы. Питание усилителя осуществляется от одной батарейки карманного фонаря или другого источника постоянного тока напряжением 4—5 *в*. Детекторный приемник подключается к усилителю с помощью коротких проводников.

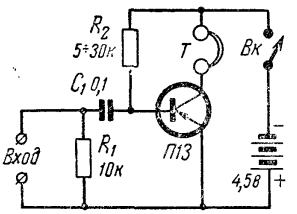


Рис. 7-1. Схема усилителя НЧ на одном транзисторе

Гнезда приемника, предназначенные для включения телефонов, соединяются с гнездами усилителя «Вход», причем гнездо приемника, к которому подключен детектор, обязательно должно быть соединено с верхним (по схеме) гнездом усилителя. Сопротивление R_1, включенное на входе усилителя, служит нагрузкой детектора приемника. Сопротивление R_2 предназначено для подачи смещения на базу транзистора. В цепь коллектора транзистора включены гнезда для телефонов.

Усилитель монтируется на текстолитовой или фанерной панели, на которой крепятся батарея, две пары гнезд, тумблер для включения питания, транзистор и остальные детали. Вид усилителя со стороны монтажа показан на рис. 7-2. Следует указать, что транзисторы боятся перегрева, поэтому выводы, с помощью которых они подключаются к схеме, не

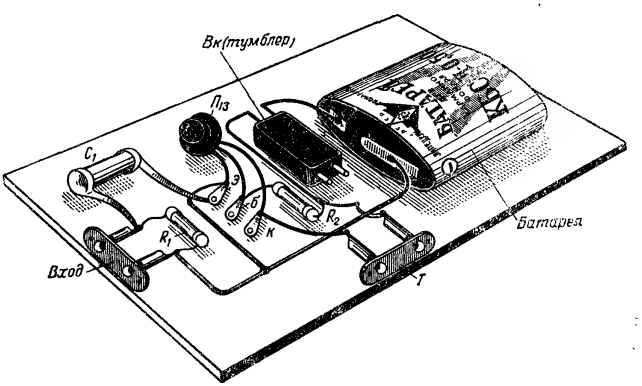


Рис. 7-2. Вид усилителя со стороны монтажа

следует укорачивать, так как при коротких выводах во время пайки можно перегреть транзистор и он выйдет из строя.

Смонтированный усилитель не требует никакого налаживания, за исключением подбора сопротивления R_2. От величины этого сопротивления зависит громкость работы усилителя, а также чистота передачи. При правильно подобранном сопротивлении R_2 получается наибольшая громкость передачи и наименьшие искажения. Величину этого сопротивления брать меньше указанной на принципиальной схеме не следует, так как это может вызвать порчу транзистора. При подключении батареи к усилителю необходимо тщательно соблюдать полярность ее включения. Неправильно включенная батарея послужит причиной выхода из строя транзистора.

Одна батарейка от карманного фонаря обеспечивает работу такого усилителя в течение 150—200 часов.

УСИЛИТЕЛЬ НА ДВУХ ТРАНЗИСТОРАХ

Схема усилителя на двух транзисторах приведена на рис. 7-3. При налаживании усилителя следует подобрать величины сопротивлений R_2 и R_4, через которые подается напря-

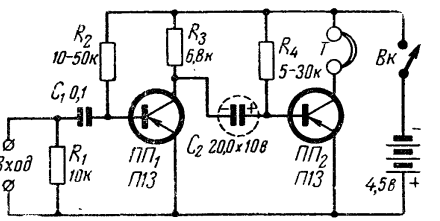


Рис. 7-3. Схема усилителя НЧ на двух транзисторах

жение смещения на базы транзисторов. Применяя такой усилитель, можно получить громкоговорящий прием, для чего вместо телефонов в гнезда T включают электромагнитный громкоговоритель типа «Рекорд». Детекторный приемник подключают к усилителю так же, как это было описано выше. Питание усилителя осуществляется от одной батарейки карманного фонаря. Все сопротивления, примененные в усилителе, рассчитаны на мощность 0,25 *вт*, т. е. практически могут быть применены на любую мощность рассеяния. Конденсатор C_2 — электролитический, следовательно, при его включении необходимо соблюдать полярность. Полярность обычно указана на корпусе конденсатора.

* * *

В заключение следует сказать, что постройка усилителей к детекторным приемникам имеет чисто учебное значение — дать навык в изготовлении и налаживании простейших устройств на полупроводниковых приборах. На одном или на двух транзисторах можно собрать регенеративные или рефлексные приемники, имеющие лучшие показатели, чем у детекторного приемника с усилителем.

Ниже приводим описание простейших приемников, выполненных на транзисторах.

ПРИЕМНИК НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Простейшие одноламповые и двухламповые приемники, а также приемники на транзисторах для увеличения чувствительности, избирательности и громкости приема собирают по так называемым рефлексным или регенеративным схемам.

Рефлексными схемами называют такие схемы, в которых одна и та же лампа или один и тот же транзистор выполняет две функции, т. е. используется два раза, чаще всего усиливает высокочастотные и низкочастотные колебания.

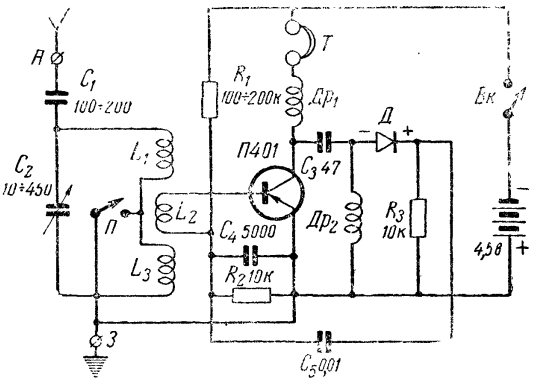


Рис. 7-4. Схема рефлексного приемника на одном транзисторе

В регенеративных приемниках применяется положительная обратная связь, которая также увеличивает чувствительность и избирательность.

Схема рефлексного приемника на одном транзисторе, в котором применена также положительная обратная связь, приведена на рис. 7-4.

Колебательный контур приемника состоит из катушек индуктивности L_1 и L_3 и конденсатора переменной емкости C_2. Катушка L_2 является катушкой связи, которая необходима для согласования контура с низкоомным входным сопротивлением транзистора. На длинноволновом диапазоне работают катушки L_1 и L_3, соединенные последовательно, на средневолновом — катушка L_1, а катушка L_3 закорочена на землю переключателем $П$. В приемнике применен транзистор типа П401, П402 или П403. Можно применить транзистор типа П6Г или П15, но чувствительность приемника и громкость его работы при этом будут значительно хуже.

Сопротивления R_1 и R_2 составляют делитель, с которого снимается напряжение смещения на базу транзистора. В цепи коллектора транзистора включены два дросселя — $Др_1$ и $Др_2$, которые являются нагрузкой по высокой частоте и с которых снимается усиленный транзистором высокочастотный сигнал. Этот сигнал через емкость C_3 подается на детектор, в качестве которого может быть использован любой точечный диод. Нагрузкой детектора служит сопротивление R_3, на котором выделяется продетектированный низкочастотный сигнал. Колебания низкой, т. е. звуковой, частоты через конденсатор C_5 опять подаются на базу транзистора, который их усиливает. В цепи коллектора на нагрузке, которой являются катушки головных телефонов, выделяются усиленные транзистором колебания звуковой частоты.

Питание приемника осуществляется от одной батарейки для карманного фонаря. Можно применить любой другой источник постоянного тока напряжением 4—5 *в*. В приемнике контурные катушки L_1, L_3 и катушка связи L_2 намотаны на каркасе, описание которого приведено на стр. 149, и имеют такие же данные намотки, как у вышеописанной катушки. Между катушками L_1 и L_3 наматывается катушка связи L_2, имеющая 5—10 витков провода ПЭЛ 0,2—0,3. Точное число витков этой катушки подбирается при налаживании приемника.

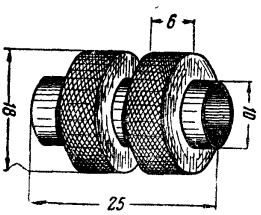


Рис. 7-5. Высокочастотный дроссель

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$ намотаны на каркасах, склеенных из бумаги. Каркасы имеют картонные щечки, между которыми наматывается провод. Каждый дроссель имеет две катушки по 150 витков провода ПЭЛ 0,08—0,12. Внешний вид дросселя и его размеры приведены на рис. 7-5. В качестве переключателя диапазонов $П$ и выключателя питания $Вк$ можно применить обычные тумблеры.

Налаживание приемников заключается в подборе сопротивлений делителя R_1 и R_2. Величины этих сопротивлений подбираются в пределах, указанных на принципиальной схеме, причем подбором этих сопротивлений добиваются наибольшей громкости приема при наименьших искажениях. Затем подбирается наивыгоднейшее число витков катушки связи L_2 также по наибольшей громкости приема.

Последним этапом налаживания приемника является выбор места и положения дросселя $Др_1$. Дело в том, что при определенном положении дросселя $Др_1$ по отношению к катушкам приемного контура L_1 и L_3 можно получить положительную обратную связь. Приближая и удаляя дроссель от катушки, а также повертывая его, находят такое положение дросселя, при котором прием станций становится наиболее громким и приемник не возбуждается по всему диапазону (свист отсутствует). На этом налаживание приемника заканчивается.

Для этого приемника можно применять наружную антенну длиной 5—10 *м*. В вечернее время на такой приемник можно принять до десяти радиостанций. Прием местных станций можно вести на комнатную антенну. При любой антенне следует применять заземление.

ПРИЕМНИК НА ДВУХ ТРАНЗИСТОРАХ

Принципиальная схема приемника на двух транзисторах приведена на рис. 7-6. Левая часть схемы представляет собой приемник на одном транзисторе, в котором в качестве нагруз-

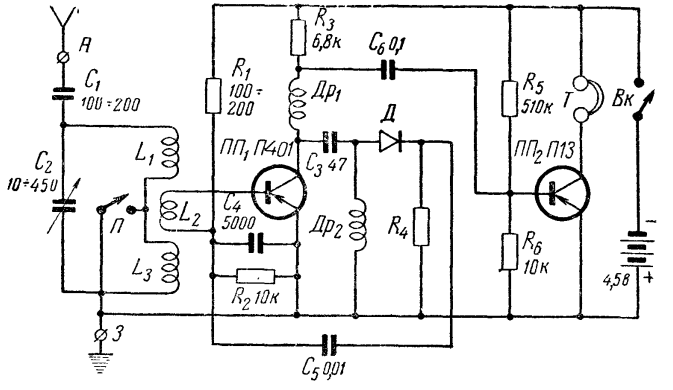


Рис. 7-6. Схема рефлексного приемника на двух транзисторах

ки по низкой частоте применены не телефоны, а сопротивление R_3.

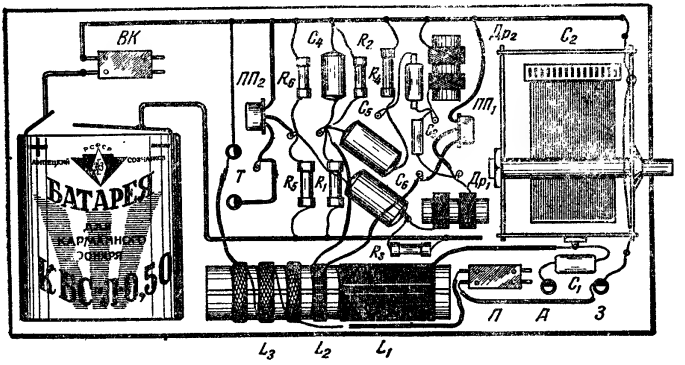


Рис. 7-7

С сопротивления R_3 усиленный первым транзистором сигнал звуковой частоты через переходной конденсатор C_6 поступает на базу второго транзистора, работающего в режиме усиления низкой частоты. Делитель R_5R_6 служит для подачи напряжения смещения на базу транзистора $ПП_2$. В коллекторную цепь транзистора $ПП_2$ включены головные телефоны. Вместо головных телефонов можно включить громкоговоритель типа «Рекорд».

Налаживание приемника производится так же, как и предыдущего приемника.

ПРИЕМНИК НА ЧЕТЫРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ *

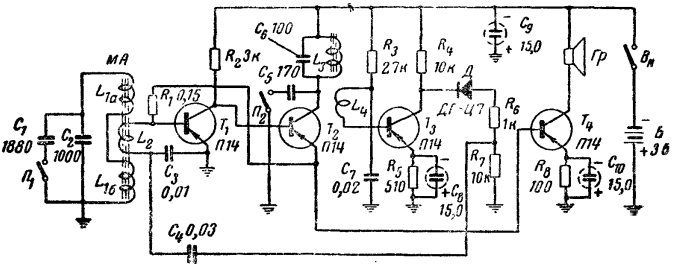
Если в районе можно с достаточной громкостью слышать две радиостанции (например, одну мощную — центрального вещания и одну местную), то можно рекомендовать построить описываемый ниже радиоприемник. Он несложен в изготовлении, прост в налаживании и обеспечивает громкоговорящий прием. Питание осуществляется от двух гальванических элементов типа ФБС-0,25.

Схема. Приемник собран по схеме прямого усиления на четырех плоскостных транзисторах типа П14. Принципиальная схема приемника приведена рис. 7-8. Входной контур состоит из катушек $L_{1а}$ и $L_{1б}$, магнитной антенны *МА* и переключателя $П_1$. Путем переключения конденсаторов C_1 и C_2 входной контур приемника настраивается на одну из двух заранее выбранных частот. Согласование входного сопротивления усилителя высокой частоты с контуром магнитной антенны осуществляется с помощью катушки L_2.

* Разработан В. В. Яковлевым и А. М. Степановым.

В данной конструкции приемник настроен на 176 *кгц* (1700 *м*) и 236 *кгц* (1250 *м*), но приемник можно настроить и на две радиостанции, работающие в диапазоне средних волн.

Рис. 7-8. Принципиальная схема карманного рефлексного приемника



Два первых каскада (с транзисторами T_1 и T_2) собраны по рефлексной схеме и используются одновременно для усиления высокой и низкой частот. Первый каскад представляет собой апериодический усилитель с общим для высокочастотных сигналов нагрузочным сопротивление R_2.

Колебательный контур L_3C_6 перестраивается переключателем $П_2$ на ту или другую волну. Сопротивление R_1 обеспечи-

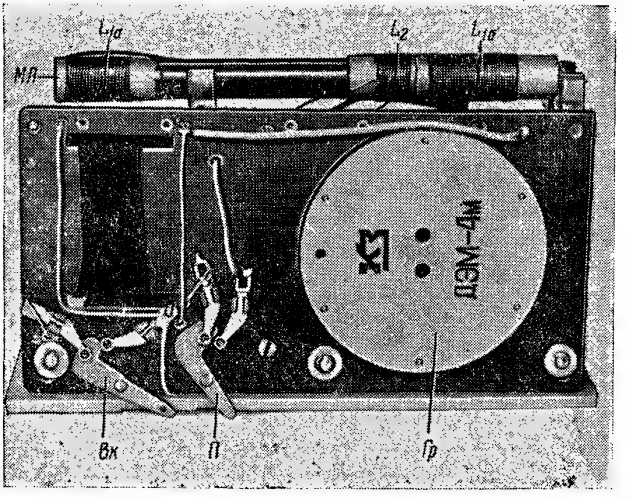


Рис. 7-9. Размещение деталей на основной панели

вает отрицательную обратную связь между каскадами, повышая стабильность их работы.

Катушка L_4 обеспечивает связь контура L_3C_6 с последующим апериодическим усилителем высокой частоты, собранным на транзисторе T_3. Нагрузкой транзистора служит сопротивление в цепи коллектора R_4. Сопротивление R_5 создает отрицательную обратную связь по постоянному току, чем содействует стабилизации рабочей точки транзистора T_3.

В качестве детектора *Д* приемника использован германиевый диод ДГ-Ц7. Нагрузкой детектора служит сопротивление R_7. Сопротивление R_6 вместе с конденсатором C_3 составляет фильтр высокой частоты.

Напряжение звуковой частоты снимается с сопротивления R_7 и через конденсатор C_4 вновь подается на базу транзистора T_1. Принимаемый сигнал вновь усиливается транзисторами T_1 и T_2 (теперь уже по низкой частоте) и с эмиттера транзистора T_2 передается в цепь базы выходного транзистора T_4. В цепь коллектора T_4 включен электромагнитный громкоговоритель *Гр*.

Источник питания заблокирован конденсатором C_9 и выключается с помощью выключателя *Вк*.

Конструкция. Приемник собран на текстолитовой панели размерами 126×65 *мм* и толщиной 3 *мм* (рис. 7-9). Панель имеет отверстие диаметром 55 *мм* для крепления электромагнитного громкоговорителя. В качестве громкоговорителя ис-

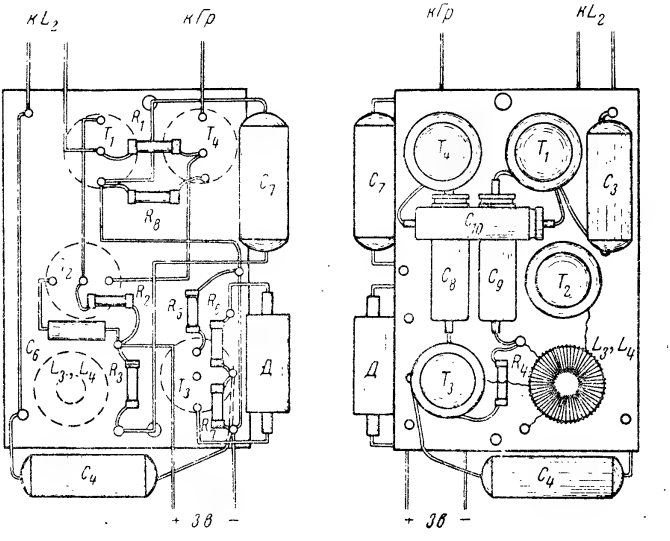


Рис. 7-10. Размещение деталей на вспомогательной плате

пользован электромагнитный капсюль ДЭМ-4м, но можно присоединять и громкоговоритель «Рекорд».

С помощью двух стоек из органического стекла ферритовый стержень антенны прикреплен к панели двумя винтами. Два элемента ФБС прикреплены изоляционной лентой. Панель соединена с боковой стенкой футляра приемника двумя металлическими уголками. Переключатели $П_1$, $П_2$ и выключатель *Вк* смонтированы на сборной панели.

Основной монтаж приемника выполнен на отдельной плате размерами 35×45 *мм* и показан на рис. 7-10. На этой плате размещены транзисторы, диод, катушки L_3 и L_4, все сопротивления и конденсаторы, кроме C_1, C_2 и C_5. Футляр приемника сделан из органического стекла и оформлен в виде небольшой книжки размерами 130×70×45 *мм*. Вес приемника 870 *г*.

Детали. Катушки $L_{1а}$ и $L_{1б}$ намотаны на цилиндрических каркасах из плотной бумаги, которые с небольшим трением могут перемещаться по ферритовому стержню магнитной антенны. Положение катушек на стержне устанавливается в процессе налаживания приемника. Ферритовый стержень использован марки Ф-600 диаметром 8 *мм* и длиной 110 *мм*. Катушки $L_{1а}$ и $L_{1б}$ намотаны проводом ПЭЛШО 0,28 и имеют по 40 витков каждая. Катушка связи L_2 содержит 16 витков того же провода. Катушки L_3 и L_4 намотаны на ферритовом кольце с наружным диаметром 10 *мм*. Катушка L_3 состоит из 75, а катушка L_4 из 15 витков провода ПЭЛШО 0,1.

В приемнике использованы самодельные переключатели. Материалом для них служат листовая латунь толщиной 0,3 *мм* и лепестки из фосфористой бронзы от обычного галетного переключателя.

Все сопротивления, примененные в приемнике, — типа УЛМ. Конденсаторы $C_1 — C_7$ — типа БМ, а $C_8 — C_{10}$ — типа ЭМ. При отсутствии диода ДГ-Ц7 в качестве детектора можно использовать любой другой точечный германиевый диод.

В приемнике могут быть применены любые маломощные транзисторы, но для приема станций, работающих в диапазоне средних волн, следует применять транзисторы П14, П15 или П6Г, имеющие повышенную граничную частоту.

Налаживание приемника начинают с проверки монтажа и величин токов и напряжений в цепях транзисторов. Затем проверяют работу усилителя низкой частоты, для чего выход звукового генератора подключают через конденсатор 1—2 *мкф* к базе транзистора T_2. Если приемник собран правильно, то при подаче на транзистор T_2 напряжения 100—150 *мв* выходной каскад будет развивать номинальную мощность 50 *мвт*.

Настройку входного контура, контура в цепи коллектора транзистора T_2 и проверку работоспособности детектора приемника производят с помощью сигнал-генератора типа ГСС-6. Для проверки детектора генератор нужно подключить через

конденсатор 0,01—0,03 *мкф* к коллектору транзистора T_3. Если германиевый диод исправен, то приемник должен нормально работать при подаче от генератора напряжения 300—400 *мв*. После этого проверяют коэффициент усиления по напряжению второго апериодического усилителя высокой частоты. Для этого выход сигнал-генератора через конденсатор подключают к базе транзистора T_3. Коэффициент усиления каскада на средней частоте рабочего диапазона должен быть не менее трех.

Второй усилитель высокой частоты настраивают в следующей последовательности. На сигнал-генераторе устанавливают высшую из двух выбранных для приема частот и его выход через конденсатор емкостью 0,01—0,03 *мкф* подключают к коллектору транзистора T_1. Путем подбора емкости конденсатора C_6 настраивают контур в резонанс по максимальной громкости сигналов. Затем на генераторе устанавливают вторую выбраннную частоту и настраивают контур в цепи коллектора транзистора T_2 на эту частоту подбором емкости конденсатора C_5.

Входной контур приемника настраивают в той же последовательности, т. е. сначала контур магнитной антенны настраивают на высшую частоту подбором емкости конденсатора C_2, а затем на низшую — подбором C_1. При настройке контура сигнал-генератор подключают к контуру через конденсатор 10—15 *пф*. После настройки этот конденсатор должен быть подключен параллельно конденсатору C_2. Настройка производится по максимальной слышимости сигнала: Если в процессе налаживания приемник возбудится, то емкость конденсатора C_3 надо увеличить до 0,03 *мкф*.

Регулятор громкости в приемнике не предусмотрен, однако изменять громкость приема можно путем поворота футляра приемника. Этот недостаток приемника можно устранить, заменив постоянное сопротивление нагрузки детектора R_7 малогабаритным переменным сопротивлением типа СПО того же номинала.

После налаживания приемник должен уверенно принимать местные станции, даже при значительном удалении от них.

ПРИЕМНИК С ПЛАВНОЙ НАСТРОЙКОЙ НА ПЯТИ ТРАНЗИСТОРАХ*

Приемник собран по схеме прямого усиления 2-V-2 и работает в средневолновом диапазоне от 520—1600 *кгц* (576—181 *м*). Настройка производится сдвоенным ферроиндуктором. Питание приемника осуществляется от батареи для карманного фонаря КБС-Л-0,5. Потребляемый приемником ток составляет 38 *ма*.

* Разработан В. В. Яковлевым.

Принципиальная схема приемника. Приемник содержит два каскада усиления высокой частоты, детектор и два каскада усиления низкой частоты. Принципиальная схема приемника приведена на рис. 7-11.

В приемнике использована ненастроенная ферритовая антенна с контуром L_1C_2, собственная частота которого (2 *Мгц*) выше рабочего диапазона частот. В приемнике предусмотрена возможность подключения наружной антенны к входному контуру через конденсатор C_1.

В первом каскаде усиления высокой частоты применен транзистор T_1 типа П6Г. База его связана с контуром ферритовой антенны при помощи катушки связи L_2. В цепь базы включена стабилизирующая режим цепочка, состоящая из сопротивлений R_1 и R_2. Сопротивление R_3, введенное в цепь эмиттера, осуществляет обратную связь по постоянному току. Ка-

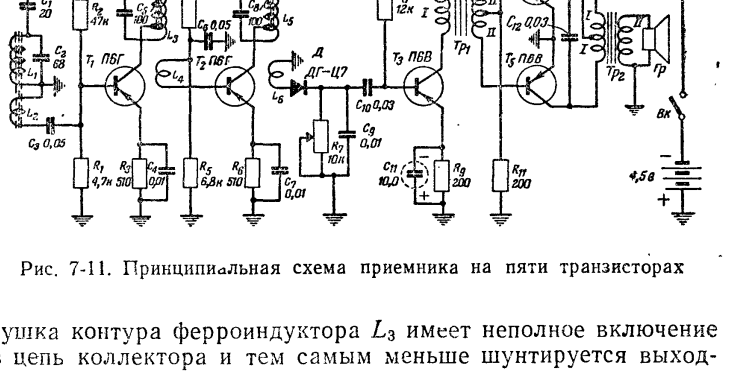


Рис. 7-11. Принципиальная схема приемника на пяти транзисторах

тушка контура ферроиндуктора L_3 имеет неполное включение в цепь коллектора и тем самым меньше шунтируется выходным сопротивлением транзистора.

Второй контур сдвоенного ферроиндуктора включен в цепь коллектора второго каскада усилителя высокой частоты, который собран на транзисторе T_2 типа П6Г. Схема этого каскада аналогична схеме первого каскада.

В качестве детектора используется германиевый диод $Д$ типа ДГ-Ц7. После детектирования колебания низкой частоты подаются через конденсатор C_{10} на базу транзистора T_3 типа П6В, работающего в каскаде предварительного усиления низкой частоты.

В цепь коллектора этого транзистора включен согласующий трансформатор Tp_1.

С целью повышения экономичности питания приемника выходной каскад собран по двухтактной схеме на двух тран-

зисторах T_4 и T_5 типа П6В. Каскад работает в режиме АВ, который устанавливается сопротивлениями R_{10} и R_{11}.

Детали. Катушка ферритовой антенны намотана на плоском ферритовом стержне размерами 115×20×3 *мм* и содержит 55 витков провода ЛЭШО 15×0,07. Катушка связи L_2 намотана на этом же стержне и состоит из восьми витков провода ПЭЛШО 0,12.

Катушки колебательных контуров L_3 и L_5 намотаны на каркасах из органического стекла диаметром 6 *мм* и длиной 18 *мм*. Внутри каждого каркаса перемещается стержневой сердечник из феррита диаметром 4 *мм* и длиной 30 *мм*. Катушки контуров имеют по 150 витков провода ЛЭШО 15×0,07. Отвод у каждой из катушек сделан от 100-го витка, считая от заземленного конца. Катушки связи L_4 и L_6 намотаны поверх контурных катушек и имеют по 10 витков провода ПЭЛШО 0,2. Конструкция сдвоенного ферроиндуктора показана на рис. 7-12.

Согласующий трансформатор Tp_1 собран на сердечнике из стальных пластин Ш-6, набор пакета 4 *мм*. Первичная обмотка *I* содержит 1200 витков провода ПЭЛ 0,1, а вторичная *II* состоит из 2×250 витков ПЭЛ 0,12. Выходной трансформатор Tp_2 собран также из стали Ш-6, набор пакета 6 *мм*. Первичная обмотка *I* состоит из 2×250 витков провода ПЭЛ 0,18, вторичная *II* — из 78 витков провода ПЭЛ 0,35.

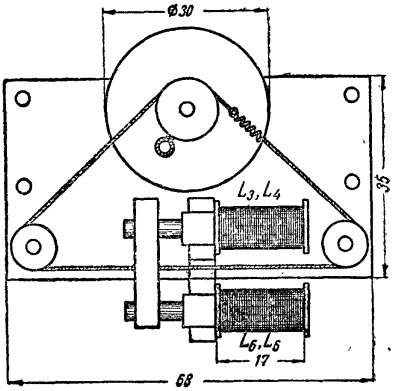


Рис. 7-12. Сдвоенный ферроиндуктор и верньерное устройство карманного приемника

В приемнике использован самодельный малогабаритный электродинамический громкоговоритель диаметром 65 *мм*, внешний вид которого приведен на рис. 7-13. Магнитная цепь громкоговорителя состоит из двух постоянных магнитов размерами 18×13×10 *мм*. Эти магниты сделаны из постоянного магнита обычного громкоговорителя путем раскола его на соответствующие куски и последующей их обработки на корундовом круге. Можно использовать также магниты от капсуля ДЭМ-4. Диаметр керна магнитной цепи 12 *мм*, а его высота 25 *мм*. Воздушный зазор равен 0,65 *мм*.

Звуковая катушка состоит из 45 витков провода ПЭЛ 0,15 и намотана в два слоя на бумажном кольце из бумаги толщиной 0,1 *мм*. Сопротивление катушки постоянному току

2,9 *ом*. Диффузор громкоговорителя сделан из фильтровальной бумаги, а центрирующая шайба — из плотной бумаги толщиной 0,15 *мм*.

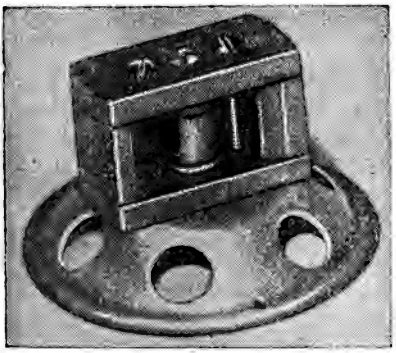


Рис. 7-13. Внешний вид самодельного громкоговорителя

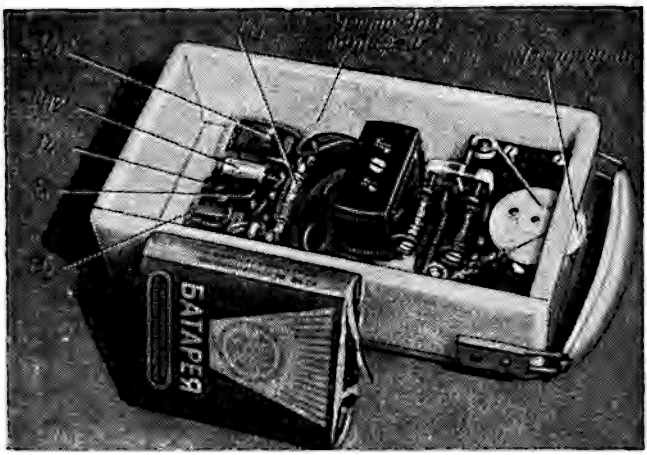


Рис. 7-14. Расположение деталей карманного приемника

Приемник заключен в футляр из белого органического стекла. Размеры футляра 150×85×45 *мм*.

Вес приемника с батареей 480 *г*. Размещение его деталей показано на рис. 7-14.

Налаживание приемника начинают с проверки монтажа и наличия напряжений на коллекторах и базах транзисторов. Двухтактный выходной каскад налаживается с помощью звукового генератора. Налаживание его сводится к выбору рабочей точки транзисторов и их согласованию с нагрузкой.

С целью уменьшения нелинейных искажений при малых сигналах выходной каскад должен работать в классе АВ. Этот режим устанавливается подбором величин сопротивлений R_{10} и R_{11}. Класс АВ будет обеспечен только в том случае, если через эти сопротивления будет протекать ток 3,5—4 *ма*. Такой каскад при сигнале потребляет ток от источника питания до 38 *ма* при напряжении на звуковой катушке громкоговорителя 0,47 *в*, без сигнала — 14 *ма*. Если указанное выходное напряжение не обеспечивается, значит в каскаде отсутствует согласование транзисторов T_4 и T_5 с нагрузкой, которое достигается путем изменения коэффициента трансформации выходного трансформатора $Тр_2$.

В предварительном каскаде усилителя низкой частоты следует проверить ток коллектора транзистора T_3, который должен составлять 3—4 *ма*. Этот ток устанавливается подбором величины сопротивления R_8.

Детекторный каскад не требует налаживания.

Настройка контуров ферроиндуктора сводится к подбору емкостей конденсаторов C_5 и C_8 и правильной установке ферритовых стержней. Для этого на базу транзисторов T_1 подается сигнал от генератора ГСС-6 через конденсатор 1000—5000 *пф*. На генераторе устанавливается низшая частота рабочего диапазона, а ферритовые стержни вводятся внутрь катушек L_3 и L_5. Конденсаторы подбираются так, чтобы колебательные контуры имели резонанс на этой частоте.

Возможно, что при одинаковой емкости конденсаторов C_5 и C_8 в одном из контуров резонанса не будет. В этом случае нужно ослабить крепление ферритового стержня и вставить его в катушку так, чтобы контур настроился на эту частоту.

Каждый каскад усилителя высокой частоты после налаживания должен давать усиление порядка 10—12 при токах коллекторов транзисторов T_1 и T_2 около 0,25—0,3 *ма*.

Апериодическая ферритовая антенна не требует налаживания.

ЛАМПОВЫЕ БАТАРЕЙНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Простой двухламповый приемник

Этот радиоприемник, описанный Г. Марковым, прост и дешев, а его конструкция хорошо продумана. Сборка его дает хорошие практические навыки начинающему радиолю-

бителю как в радиокружке, так и в домашних условиях. В нем могут быть использованы и малогабаритные и пальчиковые лампы. Прием рассчитан на телефонные трубки, но мощные радиостанции можно слушать на громкоговоритель. В схеме приемника предусмотрен переход на работу с одной

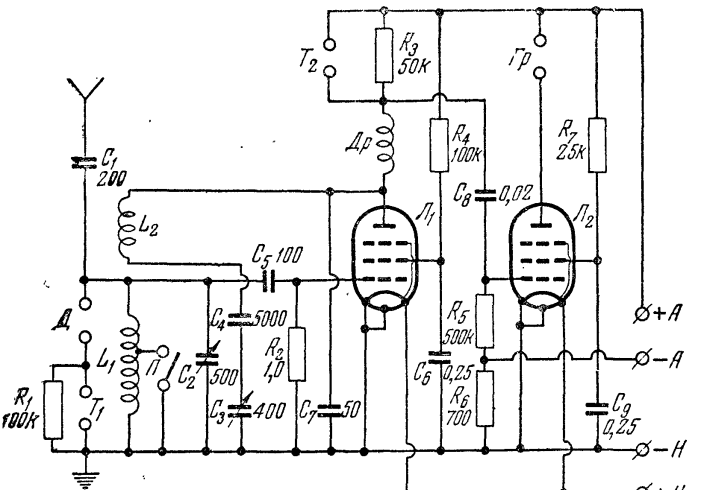


Рис. 7-15. Принципиальная схема простого двухлампового приемника

лампы и с детектором. Диапазон волн от 200 до 2000 *м*. Схема приемника дана на рис. 7-15. Это приемник типа 0-V-1 с одним настраивающимся контуром, состоящим из катушки L_1 и конденсатора переменной емкости C_2.

Первая лампа и соединенные с ней детали составляют детекторный каскад с плавно регулируемой обратной связью. Вторая лампа работает в каскаде усиления низкой частоты, в анодную цепь которого включен громкоговоритель. В анодной цепи первой лампы поставлен дроссель *Др* высокой частоты, преграждающий высокочастотным колебаниям доступ к усилителю.

Катушки, дроссель высокой частоты и переключатель диапазонов — самодельные (рис. 7-16).

Первую секцию катушки L_1 (средневолновую) наматывают на расстоянии 5 *мм* от верхнего края каркаса. В ней 55 витков провода ПЭЛ 0,4. Вторую (длинноволновую) секцию катушки L_1 наматывают, отступя на 30 *мм* от конца первой секции. Она состоит из 190 витков провода ПЭЛ 0,15. Обе секции наматывают в один слой. Концы обмоток подво-

дят к контактам, сделанным из толстой проволоки и установленным на нижнем крае каркаса.

Катушку обратной связи L_2 наматывают в два слоя на бумажное кольцо шириной 8 *мм*. Кольцо с катушкой L_2 распо-

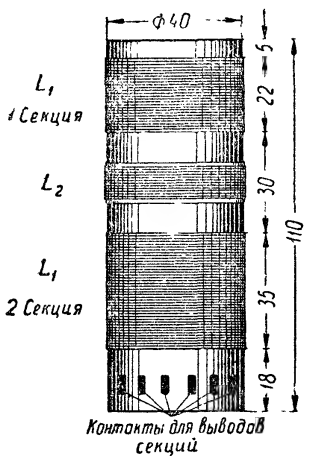


Рис. 7-16. Устройство дросселя и катушки

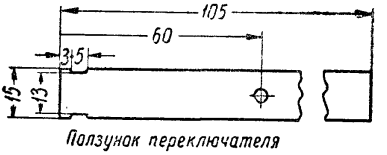


Рис. 7-17. Ползунок переключателя

лагают на каркасе в промежутке между обеими секциями катушки L_1. Внутренний диаметр кольца должен быть немного больше наружного диаметра каркаса катушки L_1, чтобы кольцо можно было свободно перемещать по этому каркасу. Катушка обратной связи L_2 состоит из 40 витков провода ПЭЛ 0,15.

Дроссель высокой частоты наматывают на деревянной болванке диаметром 30 *мм*, в которой вырезают две кольцевые канавки для обмотки (рис. 7-16). Можно применить и бумажный каркас с четырьмя картонными щечками, между которыми наматывают секции дросселя проводом ПЭЛ 0,1.

Переключатель диапазонов изготовляют из фанерной или текстолитовой полоски (рис. 7-17). На один конец такой полоски надевают обойму из тонкой латуни или жести. В одном положении переключателя обойма замкнет два контакта и выключит из контура длинноволновую секцию катушки L_1. В таком положении приемник принимает средневолновые станции. Если передвинуть переключатель в другую сторону, то обе секции катушки будут работать вместе: приемник включен на длинноволновый диапазон.

Остальные детали приемника — заводские. Их электрические данные указаны на схеме.

Приемник монтируют на угловом деревянном шасси. Размеры шасси и порядок расположения на нем деталей показаны на монтажной схеме (рис. 7-18).

По окончании монтажа приемника следует проверить действие обратной связи. Если при вращении конденсатора C_3 генерация не будет возникать, то надо поменять местами

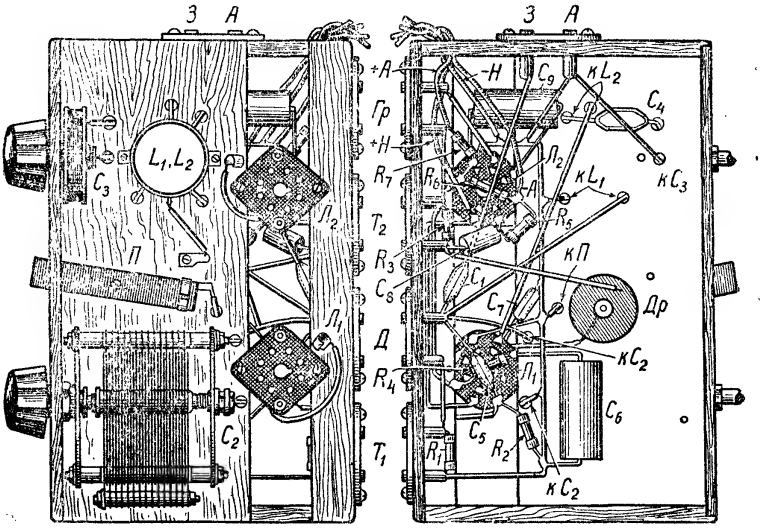


Рис. 7-18. Монтажная схема простого двухлампового приемника

концы катушки обратной связи. Возникновение генерации определяют по появлению свиста при настройке на станцию. При вращении конденсатора C_3 свист в определенном месте должен срываться. Возникновение и срыв генерации должны происходить не сразу, а плавно. Этого можно добиться, подбирая величину конденсатора C_7 и незначительно смещая катушку L_2 вдоль каркаса. Когда расположение катушки на каркасе будет подобрано, катушку слегка приклеивают к нему сургучом или клеем.

Приемник рассчитан на работу с лампами типа 2К2М или 2Ж2М, причем указанные лампы можно применять в любых сочетаниях. Их также можно заменить пальчиковыми лампами 1К1П или 1Б1П, причем диодная часть лампы 1Б1П не используется. При пальчиковых лампах слышимость обычно несколько улучшается, если замкнуть накоротко сопротивление R_6. Следует проверить это на опыте.

Если применяются лампы 2К2М или 2Ж2М, то общий

анодный ток приемника при напряжении на анодах ламп 75 *в* приблизительно равен 2 *ма*, а ток накала при напряжении батареи 1,4 *в* составляет 80 *ма*. Однако приемник может работать и при анодном напряжении с понижением до 30—40 *в*, громкость приема при этом уменьшится. Для повышения громкости работы приемника анодное напряжение следует увеличить до 120 *в* и напряжение накала — до 2 *в*. В этом случае придется включить источник накала на 3 *в* и для регулирования напряжения накала применить реостат сопротивлением 10—15 *ом*.

В целях более экономного расходования батарей местные и мощные радиостанции можно принимать на одну детекторную лампу. Для этого вторую лампу вынимают из панельки, а к гнездам T_2 подключают пьезоэлектрические телефонные трубки. При слушании на электромагнитные трубки необходимо удалить сопротивление R_3. Следует учесть, что пьезоэлектрические трубки не проводят постоянный ток. Если их включать в гнезда *Гр* (для приема дальних станций), то параллельно этим гнездам надо присоединить постоянное сопротивление примерно в 50 *ком*.

При желании описываемым приемником можно пользоваться как обычным детекторным. Для этого в гнезда *Д* включают детектор, а в гнезда T_1 — пьезотрубки. Принимая на электромагнитные трубки, надо отсоединить сопротивление R_1 от гнезд T_1.

Настраиваться на этом приемнике несложно. Настройка ведется с помощью конденсатора переменной емкости C_2, а громкость регулируется вращением ручки конденсатора обратной связи C_3. Величину этой связи надо подбирать так, чтобы прием происходил на пороге генерации. Тогда передача будет наиболее громкой и чистой. Конденсатор переменной емкости можно взять из сдвоенного блока (одну часть). В качестве конденсатора, регулирующего обратную связь, можно использовать обычный триммер емкостью 10—100 *мкф*.

Для приемника рекомендуется применять наружную антенну длиной 15—25 *м* и высотой 8—10 *м*.

Трехламповый приемник с постоянной обратной связью*

Приемник собран по схеме 1-V-1. В нем используются лампы: 1К1П (усилитель высокой частоты), 1К1П (сеточный детектор с обратной связью) и 2П1П (усилитель низкой частоты). Приемник рассчитан на прием радиовещательных станций, работающих в диапазонах 200—576 *м* и 732—2000 *м*. Глубина обратной связи регулируется подстроечным конден-

* Журнал «Радио» № 4, 1954 г., стр. 48.

сатором C_{11}. Принципиальная схема приемника приведена на рис. 7-19.

При отсутствии источников питания приемник может быть использован как детекторный. Гнезда *Д* в этом случае служат для включения детектора, а гнезда *Т* — для включения телефона.

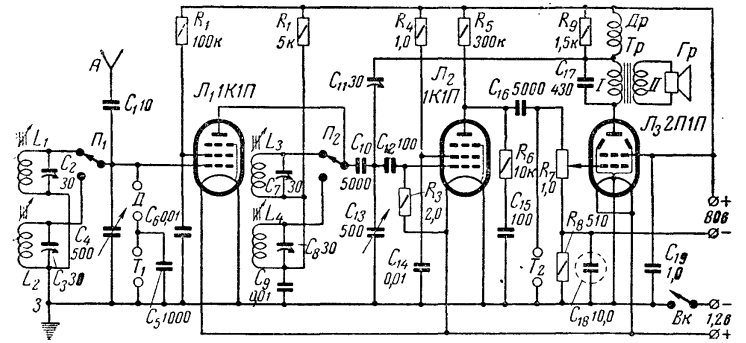


Рис. 7-19. Принципиальная схема трехлампового приемника с постоянной обратной связью

Когда громкоговорящий прием не нужен, радиопередачу можно слушать на телефонные трубки, включив их в гнезда T_2. В этом случае лампу $Л_3$ нужно вынуть, благодаря чему потребление от батарей уменьшится в два раза.

Детали. Контурные катушки L_1, L_2, L_3 и L_4 намотаны на бумажных каркасах (рис. 7-20). Для изготовления каркасов нужно вырезать из бумаги ленту шириной 40 *мм*, промазать ее столярным клеем и плотно намотать в несколько слоев на круглую болванку диаметром 9,5 *мм* до получения наружного диаметра 12 *мм*. Хорошо просушенные каркасы снимают с болванки и их торцы и поверхность зачищают мелкой шкуркой.

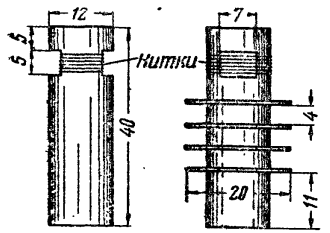


Рис. 7-20. Устройство каркасов для контурных катушек приемника

С противоположных сторон каркаса на расстоянии 5 *мм* от его края прорезают два прямоугольных отверстия шириной 5 *мм*. Затем на это место в один слой наматывают толстую нитку так, чтобы витки были расположены над прорезями. Эти витки будут выполнять роль нарезки для карбонильных сердечников (диаметром 7 *мм*), при помощи которых настраивают-

ся катушки. Готовые каркасы покрывают спиртовым лаком и окончательно просушивают.

Затем из гетинакса, текстолита или плотного картона толщиной 0,3—0,5 *мм* вырезают щечки (по четыре для каждого каркаса). Внутреннее отверстие в щечках нужно сделать таким, чтобы они плотно надевались на каркасы. Щечки к каркасу приклеивают спиртовым лаком.

Каждая катушка состоит из трех секций. Катушки L_1 и L_3 имеют по 3×45 витков провода ПЭЛ 0,38, а катушки L_2 и L_4 — по 3×150 витков провода ПЭЛ 0,25.

Дроссель *Др* намотан на каркасе, изготовленном так же, как и каркасы контурных катушек, и содержит 400 витков провода ПЭЛ 0,15.

Выходной трансформатор *Тр* собран на сердечнике из пластин Ш-16 при толщине набора 16 *мм*. Первичная обмотка имеет 3500 витков провода ПЭЛ 0,1, а вторичная — 80 витков провода ПЭЛ 0,51.

Громкоговоритель применен с постоянным магнитом типа 1ГД-1. Сопротивление его звуковой катушки равно 2,8 *ом*.

При установке в приемнике динамических громкоговорителей типов 1ГД-5 или 1ГД-6, имеющих сопротивление звуковых катушек порядка 6 *ом*, вторичная обмотка выходного трансформатора должна содержать 135 витков.

Питание. Для питания цепи накала можно использовать два параллельно включенных элемента 3С-Л-30, элемент 6С-МВД-150 или же элемент щелочного аккумулятора. Анодные цепи можно питать от батареи БАС-80. При этом токи, потребляемые накальной и анодной цепями, составляют соответственно 240 и 6,5 *ма*. При анодном напряжении 60 *в* анодный ток равен 5 *ма*.

Трехламповый приемник с универсальным питанием*

Приемник собран по схеме прямого усиления (1-V-1) на пальчиковых лампах (1К1П, 1Ц1П и 2П1П) и рассчитан на прием радиовещательных станций, работающих в диапазонах 150—420 *кгц* (715—2000 *м*) и 520—1500 *кгц* (200—580 *м*). Приемник предназначен для сельской местности, где электростанции не работают круглосуточно. Во время работы электростанции его можно питать от сети переменного тока, а когда нет электроэнергии — от батарей. Выходная мощность приемника составляет 0,2 *вт*.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 7-21. Он имеет каскад усиления высокой частоты ($Л_1$), сеточный детектор ($Л_2$) и каскад усиления низкой частоты ($Л_3$). На средневолновом диапазоне входной контур образуется из ка-

* Конструкция приемника разработана А. М. Нефедовым. Подробное описание см. в журнале «Радио» № 10, 1954 г., стр. 51.

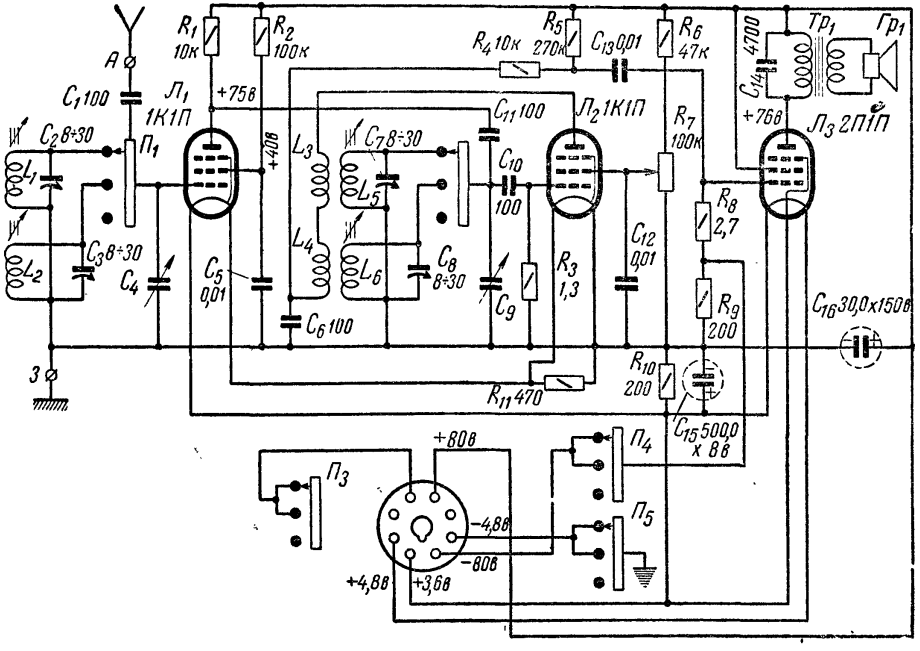


Рис. 7-21. Принципиальная схема приемника с универсальным питанием. Свежая батарея подключается к ножкам *2* и *7* колодки питания, а частично израсходованная — к ножкам *1* и *7*

тушки L_1, подстроечного конденсатора C_2 и конденсатора переменной емкости C_4, а контур усилителя высокой частоты, напряжение с которого подается на управляющую сетку лампы $Л_2$, — из катушки L_5, подстроечного конденсатора C_7 и конденсатора переменной емкости C_9.

При работе на длинноволновом диапазоне во входной контур входят катушки L_2, подстроечный конденсатор C_3 и конденсатор переменной емкости C_4; в контур усилителя высокой частоты входят катушка L_6 и конденсаторы C_8 и C_9.

Обратная связь осуществляется посредством последовательно соединенных катушек L_3 и L_4, индуктивно связанных с катушками L_5 и L_6. Регулировка обратной связи производится изменением напряжения на экранной сетке лампы $Л_2$ с помощью потенциометра R_7. Этот потенциометр является также и регулятором громкости; специального регулятора громкости в приемнике не имеется. Сопротивление R_6 ограничивает величину максимального напряжения, подаваемого на экранную сетку. Выходной каскад каких-либо особенностей не имеет. Для уменьшения искажений параллельно первичной обмотке выходного трансформатора включен конденсатор C_{14}.

Нити накала ламп приемника соединены последовательно. Так как при последовательном соединении нитей ток в цепи накала в несколько раз меньше, чем при параллельном, то фильтр выпрямителя накала в этом случае может быть менее сложным. Это является основным достоинством такого включения нитей. Сопротивления R_{10} и R_{11} уравнивают напряжения на нитях накала ламп. Если бы этих сопротивлений не было, то одни лампы работали бы с недокалом, а другие с перекалом, так как через нити накала ламп протекает еще и анодный ток соседних ламп.

Отрицательное смещение на сетке лампы $Л_1$ образуется вследствие того, что ее нить накала находится относительно шасси под положительным потенциалом в 1,2 *в*, равным падению напряжения на нити накала лампы $Л_2$. Смещение на управляющую сетку лампы $Л_3$ подается несколько иначе. Так как падение напряжения на нитях накала ламп $Л_1$ и $Л_2$, равное 2,4 *в*, меньше необходимого напряжения смещения, то в общую минусовую цепь высокого напряжения приемника включено дополнительно сопротивление R_9, на котором происходит падение напряжения, равное 2 *в*. На управляющую сетку лампы $Л_3$ подается сумма этих напряжений, равная 4,4 *в*.

Блок питания состоит из двух селеновых выпрямителей — накального и анодного, имеющих общий силовой трансформатор (рис. 7-22). Сопротивление R_{12}, конденсатор C_{17} и конденсатор C_{16}, находящийся в приемнике (рис. 7-21), составляют фильтр выпрямителя.

В выпрямителе накала применен П-образный фильтр, со-

стоящий из конденсаторов C_{18}, C_{15} и нити накала лампы $Л_3$.

Для включения и выключения приемника используются три секции переключателя диапазонов. Одной из его секций отключается анодная батарея, второй — цепь накала, а третьей выключается выпрямитель при работе приемника от сети.

Конструкция. Приемник и блок питания смонтированы на отдельных шасси П-образной формы, изготовленных из алюминия толщиной 1,5 *мм*.

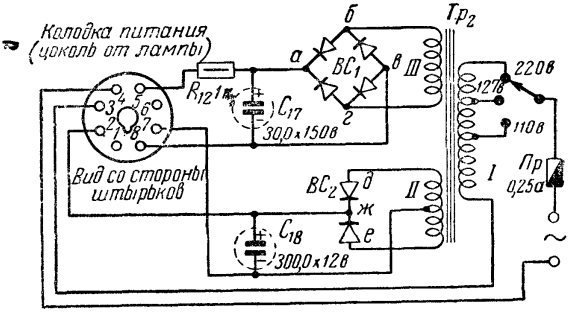


Рис. 7-22. Схема блока питания

Блок конденсаторов переменной емкости, панель с катушками и выходной трансформатор установлены сверху шасси.

На передней стенке шасси укреплены потенциометр и ско-

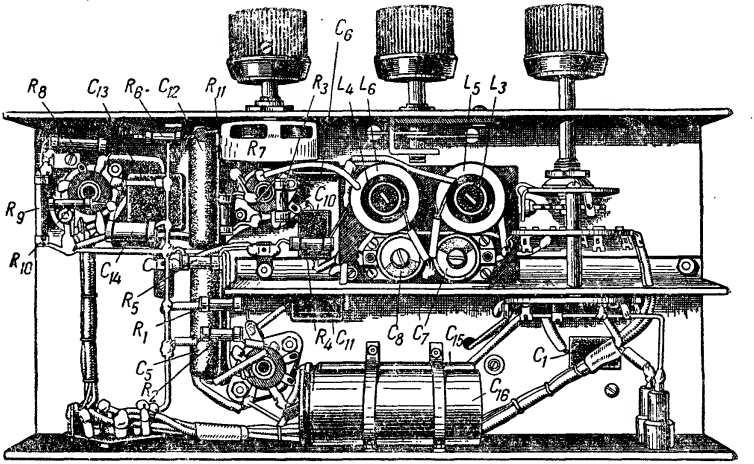


Рис. 7-23. Размещение деталей приемника под шасси

ба, поддерживающая ось ручки настройки. На заднюю стенку шасси выведены гнезда для антенны и заземления и ламповая панель, служащая колодкой для подключения источников питания.

Переключатель диапазонов, панель с катушками L_3, L_4, L_5, L_6 и подстроечными конденсаторами C_7 и C_8, электролитические конденсаторы C_{15}, C_{16} и все другие детали размещены под шасси (рис. 7-23).

Детали. Конструкция контурных катушек такая же и тех же размеров, которые описаны в предыдущем приемнике на стр. 170. Все контурные катушки имеют по три секции. Каждая секция катушек L_1 и L_5 содержит по 45 витков провода ПЭЛ 0,25. Индуктивность катушек L_1 и L_5 без сердечника равна 135 *мкгн*, а L_2 и L_6 — 1,65 *мгн*.

Катушки обратной связи наматывают на бумажные кольца шириной 8 *мм*, которые должны с легким трением перемещаться по каркасам. Катушка L_3 имеет 180 витков, а катушка L_4 — 85 витков провода ПЭШО 0,1. Для того чтобы витки катушек не рассыпались, их перевязывают в двух-трех местах нитками. Для установки контурных катушек и подстроечных конденсаторов вырезают из текстолита толщиной 1,5 *мм* две панели размерами 60×40 *мм*. На одной из них устанавливают катушки L_1, L_2 и конденсаторы C_2, C_3, на другой — катушки L_3, L_4, L_5, L_6 и конденсаторы C_7, C_8. На панели, предназначенной для катушек L_2, L_4, L_5 и L_6, приклепывают латунные лепестки; к ним подключают выводные концы катушек обратной связи. Концы контурных катушек подпаивают непосредственно к выводным лепесткам подстроечных конденсаторов. Каркасы катушек вставляют в отверстия в панелях и приклеивают клеем БФ-2. Панели с контурными катушками установлены на втулках высотой 10 *мм*.

Переключатель диапазонов — двухламповый, на три положения. Он должен иметь не менее пяти секций. Между платами переключателя следует установить алюминиевый или стальной экран толщиной 0,5—1 *мм*. Блок конденсаторов переменной емкости — сдвоенный; емкость каждой секции блока 17÷500 *пф*.

Выходной трансформатор Tp_1 содержит 4500 витков провода ПЭЛ 1 0,1. Вторичная обмотка рассчитана на динамический громкоговоритель с звуковой катушкой сопротивлением 2,8 *ом* и имеет 94 витка провода ПЭЛ 0,5. Громкоговоритель в приемнике установлен с постоянным магнитом типа 1-ГД-1.

Питание. Силовой трансформатор блока питания выполнен на сердечнике из пластин Ш-16, набранных в пакет толщиной 24 *мм*. Сетевая обмотка *I* имеет 1430+221+1209 витков провода ПЭЛ 0,1, обмотка накала ламп *II* содержит 42+42 витка провода ПЭЛ 0,18—0,2 и обмотка *III* — 1300 витков провода ПЭЛ 0,1.

Селеновый столбик состоит из 18 шайб диаметром 18 *мм*. При сборке столбика необходимо следить за тем, чтобы контактные шайбы не сдвинулись на окрашенную поверхность, так как контакты в этом случае будут плохими.

Блок с выпрямителями размещен в ящике рядом с шасси приемника. Блок питания соединяется с приемником посредством шестипроводного шланга, оканчивающегося колодкой, изготовленной из восьмиштырькового октального цоколя. Колодка вставляется в ламповую панельку на задней стенке шасси приемника. При питании приемника от батарей в эту панельку включают колодку со шлангом, идущим от них.

При питании приемника от батарей его анодный ток составляет 6—6,5 *ма*, а ток накала 60 *ма* (напряжение анодной батареи 80 *в*, батареи накала 4,8 *в*).

В экономичном режиме, когда напряжение анодной батареи равно 50 *в*, а батареи накала 3,6 *в*, анодный ток составляет 5 *ма*. Хорошо налаженный приемник обеспечивает прием большого числа радиостанций. Прием местных радиостанций можно производить на комнатную антенну.

Четырехламповый супергетеродин

Этот переносный супергетеродин, разработанный конструкторской секцией Центрального радиоклуба, ценен тем, что может питаться как от батарей, так и от сети переменного тока напряжением 119 и 220 *в*. Он работает на рамочную антенну.

Приемник собран на пальчиковых лампах 1А1П (преобразователь), 1К1П (усилитель промежуточной частоты), 1Б1П (детектор, АРУ и предварительный каскад низкой частоты) и 2П1П (выходной каскад) и работает в диапазонах 25—75 *м*, 200—600 и 750—2000 *м*.

Принципиальная схема приемника дана на рис. 7-24.

Входной контур средневолнового диапазона состоит из рамки P и конденсатора переменной емкости C_6. На длинноволновом диапазоне последовательно с рамкой подключается катушка L_1. На коротковолновом диапазоне вместо рамки включается катушка L_2.

Для приема коротковолновых радиостанций к гнезду A_2 необходимо подключить внешнюю антенну. Гнездо A_1 предназначено для включения внешней антенны при приеме на длинноволновом и средневолновом диапазонах.

Конструкция. Расположение деталей на шасси приемника показано на рис. 7-25. Катушки и подстроечные конденсаторы, смонтированные на текстолитовой панели, отгорожены от остального монтажа экраном (перегородкой) и закрыты

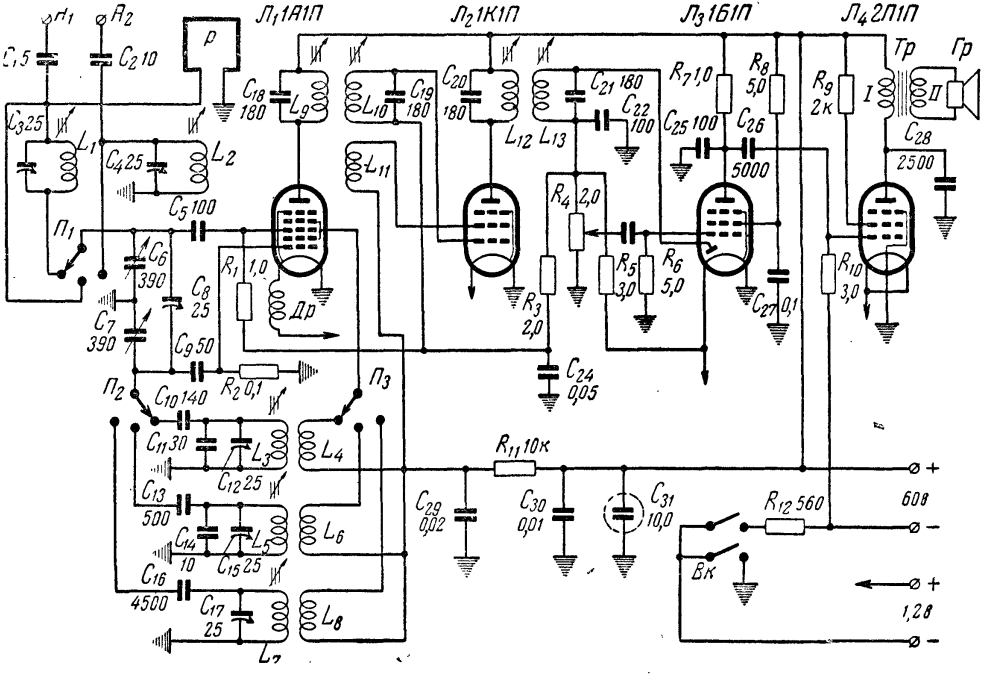


Рис. 7-24. Принципиальная схема четырехлампового супергетеродина

крышкой из алюминия. Для подстройки контуров в крышке напротив катушек и подстроечных конденсаторов просверливаются отверстия диаметром 10 *мм*.

Детали. Для намотки рамки *Р* необходимо изготовить шаблон. Он собирается из двух щечек (рис. 7-26,*а*) с прорезя-

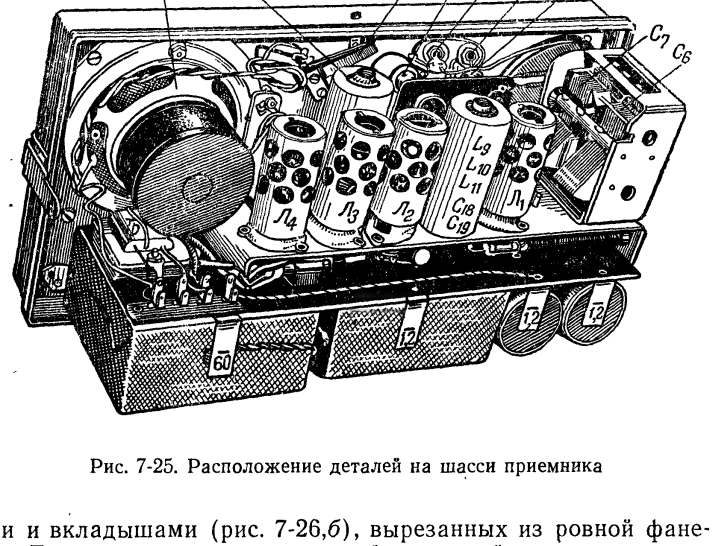


Рис. 7-25. Расположение деталей на шасси приемника

ми и вкладышами (рис. 7-26,*б*), вырезанных из ровной фанеры. Толщина вкладыша должна быть равной толщине провода, из которого будет наматываться рамка (рис. 7-26,*в*).

Рамка содержит 47 витков провода ЛЭШО 0,07×17. Витки провода аккуратно и плотно укладываются между щечками шаблона. После окончания намотки они через прорези в щечках шаблона группами по пять витков прошиваются ниткой и проклеиваются полистиролом или органическим стеклом, растворенным в дихлорэтане. После того как проклеивающий состав просохнет и склеит витки провода между собой, шаблон разбирается и из него вынимается готовая рамка (рис. 7-26,*г*).

Если лицендрата нет, намотку рамки можно произвести проводом ПЭШО 0,45—0,6. Индуктивность рамки должна быть равна 264 *мкгн*. При намотке рамки проводом, отличающимся от указанного, ее индуктивность может заметно отклониться от требуемой, поэтому после намотки индуктивность рамки следует подогнать под заданную.

Рамочная антенна располагается на крышке футляра или чемодана, в который заключается приемник.

Контурные катушки приемника (рис. 7-27) намотаны на полистироловых каркасах диаметром 12 *мм* и высотой 17 *мм*. В каркас каждой катушки ввинчивается сердечник из карбонильного железа диаметром 9 *мм*.

Входные катушки L_1 и L_2, а также подстроечные конденсаторы C_3 и C_4 смонтированы на пластине из гетинакса, которая укрепляется на переключателе диапазонов. Каркасы катушек вставлены в отверстия диаметром 12 *мм*, просверленные в

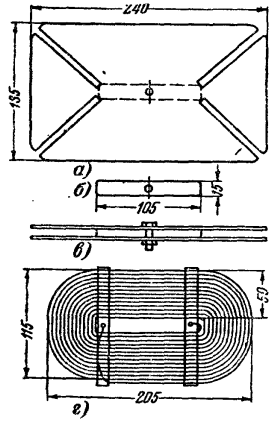


Рис. 7-26. Рамочная антенна и шаблон для ее изготовления

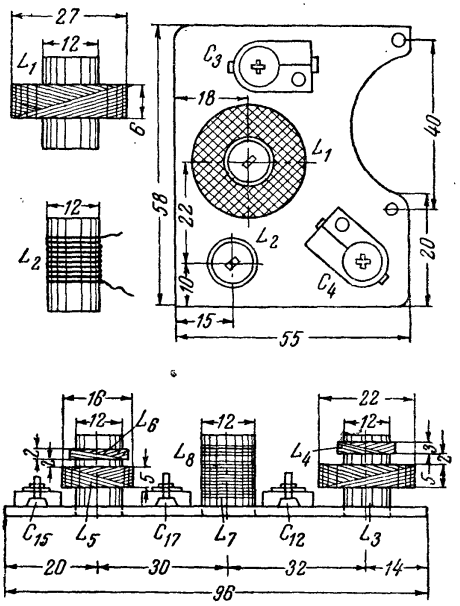


Рис. 7-27. Устройство входных катушек и катушек гетеродина

пластине, и приклеены клеем БФ-2. Катушка L_1 состоит из 420 витков провода ПЭШО 0,1, а катушка L_2 — из 16 витков провода ПЭЛ 0,5.

Гетеродинные катушки L_3, L_4, L_5, L_6, L_7 и L_8 и подстроечные конденсаторы C_{12}, C_{15} и C_{17} расположены на пластине из гетинакса размерами 96×20 *мм* и укреплены таким же способом, как и входные. Катушка L_3 состоит из 162, L_4 из 81 витка ЛЭШО 7×0,07, L_5 из 100, L_6 из 60 и L_7 из 10 витков провода ПЭШО 0,1 и катушка L_8 из 15 витков провода ПЭШО 0,5.

Катушки промежуточной частоты намотаны на полых цилиндрических каркасах, выточенных из эбонита Внутри этих каркасов по резьбе перемещаются сердечники из карбониль-

ного железа. Размеры и расположение этих катушек приведены на рис. 7-28. Устройство контуров $L_{12}C_{20}$ и $L_{13}C_{21}$ отличается от показанного на рис. 7-28 лишь отсутствием катушки обратной связи L_{11}. Катушки L_9, L_{10}, L_{12} и L_{13} содержат по 240 витков провода ЛЭШО 7×0,07. Катушка L_{11} содержит четыре витка провода ПЭШО 0,1. Выводы от этой катушки делаются настолько длинными, чтобы их можно было подпаять непосредственно к соответствующим узлам приемника. Контуры промежуточной частоты $L_9C_{18}L_{10}$, $C_{19}L_{11}$ и $L_{12}C_{20}L_{13}C_{21}$ заключены в экраны, изготовленные из корпусов пробитых электролитических конденсаторов.

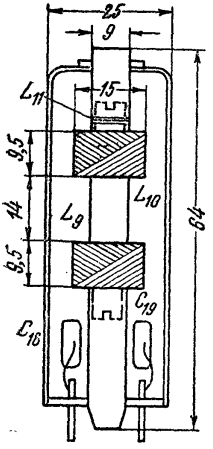


Рис. 7-28. Устройство катушек промежуточной частоты

Дроссель *Др* в цепи накала преобразовательной лампы намотан на эбонитовом каркасе диаметром 10 *мм* и длиной 60 *мм*. Намотка его производится виток к витку в два слоя. Он содержит 200 витков провода ПЭШО 0,45.

Выходной трансформатор *Тр* имеет сердечник из пластин Ш-9 при толщине набора 9 *мм*. Его первичная обмотка *I* содержит 6700 витков провода ПЭ 0,07, а вторичная *II* — 141 виток провода ПЭЛ 0,25.

В приемнике применен громкоговоритель типа 0,35ГД с сопротивлением звуковой катушки постоянному току 4,3 *ом*.

Питание. По цепи накала при напряжении 1,2 *в* приемник потребляет ток в 300 *ма*, а по цепи анода при напряжении 60 *в* расход тока составляет 7,5 *ма*.

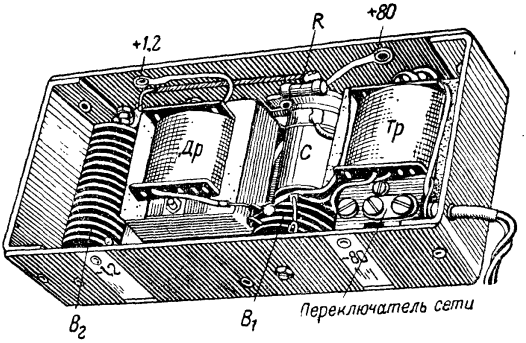


Рис. 7-29. Общий вид выпрямительного устройства

В походных условиях для питания цепи анода применяются батареи типа ГБ-60 и для накала — элементы типа «Сатурн». Такой комплект питания обеспечивает работу приемника в течение 30—35 часов.

В стационарных условиях при отсутствии сети переменного тока выгоднее пользоваться батареями большой емкости.

Для питания приемника от сети переменного тока на место анодных батарей вставляется блок, содержащий выпрямители для питания накала и анодных цепей ламп приемника (рис. 7-29).

Выпрямитель накала выполнен по двухполупериодной схеме (рис. 7-30) с селеновым столбиком B_1, состоящим из двух селеновых шайб диаметром 30 *мм*. Сглаживание пульсации осуществляется при помощи дросселя *Др* и элементов нака-

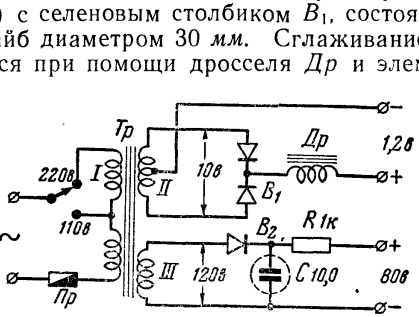


Рис. 7-30. Схема выпрямительного устройства

ла, которые при питании приемника от выпрямителя не отключаются. Анодный выпрямитель выполнен по однополупериодной схеме с селеновым столбиком B_2, состоящим из 15 шайб диаметром 18 *мм*.

Силовой трансформатор выпрямителя *Тр* выполнен на сердечнике из пластин Ш-12 при толщине набора 16 *мм*. Его первичная (сетевая) обмотка *I*, рассчитанная на включение в сеть напряжением 110 и 220 *в*, состоит из 2200+2200 витков провода ПЭЛ 0,1, обмотка *II* — из 100+100 витков провода ПЭЛ 0,43 и обмотка *III* — из 2400 витков провода ПЭЛ 0,08.

Дроссель *Др* имеет сердечник из пластин Ш-12 при толщине набора 16 *мм* и намотан проводом ПЭЛ 0,42 до заполнения каркаса.

Оба выпрямителя смонтированы в алюминиевой коробке размерами 150×65×37 *мм*.

СЕТЕВЫЕ ПРИЕМНИКИ

Трехламповый приемник *

Приемник рассчитан для приема радиостанций местного и центрального вещания, работающих в диапазонах 150—430 *кгц* (2000—700 *м*) и 545—1500 *кгц* (550—200 *м*). Он вы-

* Разработан В. М. Большовым.

полнен по схеме прямого усиления 1-V-2 на пальчиковых лампах. Схема приемника приведена на рис. 7-31.

Выходная мощность приемника 2 *вт*. В приемнике предусмотрена возможность включения звукоснимателя для проигрывания граммофонной записи.

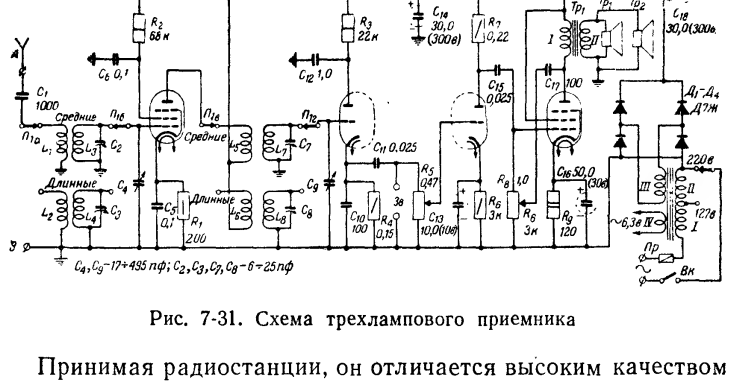


Рис. 7-31. Схема трехлампового приемника

Принимая радиостанции, он отличается высоким качеством воспроизведения.

Приемник имеет входное устройство, каскад усиления высокой частоты, детекторный каскад и два каскада усиления низкой частоты.

Принятый антенной сигнал через катушку связи L_1 или L_2 подается на входной контур приемника. Катушки связи L_1 и L_2 переключаются переключателем $П_{1а}$.

Входной контур в диапазоне средних волн состоит из катушки индуктивности L_3, подстроечного конденсатора C_2 и конденсатора переменной емкости C_4, а в диапазоне длинных волн входной контур образуется из катушки индуктивности L_4, подстроечного конденсатора C_3 и конденсатора переменной емкости C_4, который подключается переключателем $П_{1б}$ к катушке L_3 или L_4 в зависимости от диапазона. Плавное перекрытие диапазона осуществляется посредством конденсаторов переменной емкости C_4 и C_9.

Подстроечные конденсаторы C_2C_3 и C_7C_8 служат для установки начальных границ диапазонов во время налаживания радиоприемника.

Усилитель высокой частоты выполнен на пальчиковом высокочастотном пентоде типа 6К4П.

Напряжение на экранирующую сетку пентода подается от источника анодного питания через сопротивление R_2. На этом сопротивлении теряется часть напряжения, и напряжение на экранирующей сетке оказывается меньше, чем напряжение анодного питания.

Связь между первым и вторым каскадами радиоприемника индуктивная. Высокочастотное напряжение, выделяющееся на катушке связи L_5 или L_6, через взаимную индуктивность между этими катушками и катушками L_7, L_8 подается в цепь сетки левого триода лампы $Л_2$, который используется в качестве катодного детектора. Катодный детектор вносит в передачу очень малые искажения, поэтому он и был выбран для данного приемника. В результате детектирования на сопротивлении R_4 образуется напряжение звуковой частоты.

Напряжение звуковой частоты с сопротивления R_4 через разделительный конденсатор C_{11} и потенциометр R_5 (регулятор громкости) подается на сетку правого триода лампы $Л_2$. Этот триод является первым каскадом усилителя низкой частоты радиоприемника. На сетку этого же каскада поступает напряжение со звукоснимателя при проигрывании грампластинок.

Оконечный каскад выполнен на пальчиковом пентоде типа 6П14П. Постоянное напряжение на экранирующую сетку выходной лампы подается непосредственно от выпрямителя анодного питания, напряжение смещения на управляющую сетку создается с помощью сопротивления R_9, заблокированного конденсатором C_{16}. В анодную цепь лампы $Л_3$ включен выходной трансформатор $Тр_1$, к вторичной обмотке которого подключены параллельно два громкоговорителя 1ГД-9. Можно было бы применить один громкоговоритель мощностью 2 *вт*, однако использование двух громкоговорителей более целесообразно, так как при этом качество звучания получается более высоким, что объясняется следующим.

Известно, что громкоговоритель не одинаково воспроизводит различные звуковые частоты: одни частоты лучше (или, как говорят, подчеркивает), другие — хуже (заваливает). Если зависимость звуковой отдачи громкоговорителя от частоты изобразить в виде графика, то мы получим так называемую частотную характеристику громкоговорителя. Частотные характеристики различных экземпляров даже одного типа громкоговорителя значительно отличаются друг от друга. Поэтому при совместной работе двух громкоговорителей завал частотной характеристики одного громкоговорителя компенсируется подъемом характеристики другого громкоговорителя. Эта компенсация не получается полной, но опытным путем установлено, что общая частотная характеристика двух громкоговорителей становится более равномерной, что и улучшает качество звучания.

Особенностью выходного каскада является регулировка тембра с помощью отрицательной обратной связи. Как видно из принципиальной схемы, напряжение обратной связи подается через конденсатор C_{17} в цепь управляющей сетки лампы $Л_3$. Глубина обратной связи, т. е. степень уменьшения усиле-

ния, зависит от двух причин: положения движка потенциометра R_8 и частоты. Действительно, напряжение обратной связи на управляющую сетку подается через делитель, верхнее плечо которого состоит из конденсатора C_{17}, а нижнее — из сопротивления между движком потенциометра и землей. Чем больше сопротивление нижнего плеча (т. е. чем выше по схеме стоит движок потенциометра R_8), тем больше напряжение обратной связи и меньше усиление. Вторая причина объясняется тем, что одним из плеч делителя является конденсатор C_{17}, сопротивление которого зависит от частоты.

При неизменном положении движка потенциометра обратная связь будет тем глубже, чем выше частота и, следовательно, чем меньше сопротивление конденсатора C_{17}. Использование такой обратной связи позволяет очень эффективно регулировать частотную характеристику усилителя в области высших звуковых частот. Потенциометр R_8, кроме того, служит сопротивлением утечки сетки.

Питание анодных цепей приемника осуществляется от двухполупериодного выпрямителя через сглаживающий фильтр $R_{10}C_{14}C_{18}$. Выпрямитель собран на четырех полупроводниковых диодах типа Д7Ж по мостовой схеме.

Детали приемника

Большинство деталей радиоприемника — заводские; самодельными являются лишь контурные катушки и шасси.

Катушки. Размеры катушек приведены на рис. 7-32. Каркасы катушек склеиваются из бумаги или вытачиваются из органического стекла, эбонита или текстолита. Бумажные каркасы после изготовления пропитываются бакелитовым лаком или в расплавленном (но не доведенном до кипения) парафине или церезине. В верхней части каркаса с противоположных сторон делают два прямоугольных отверстия шириной 3—5 *мм* и в получившиеся окна наматывают в ряд слой толстых ниток. По этим ниткам при налаживании приемника будут перемещаться карбонильные сердечники диаметром 9 *мм* и длиной 19 *мм* с наружной резьбой (типа СЦР-8).

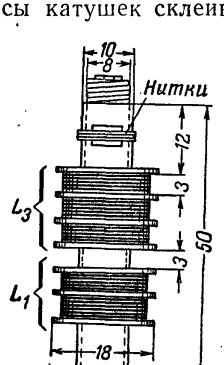


Рис. 7-32. Устройство катушек приемника

Для приемника необходимо изготовить четыре каркаса: два для контуров усилителя высокой частоты и два для контуров детектора. На всех каркасах с помощью клея БФ-2 закрепляют по семь щечек, изготовленных из гетинакса или органического стекла толщиной 0,4—

0,6 *мм* или, в крайнем случае, из плотного прессшпана. Наружный диаметр щечек 18 *мм*. внутреннее отверстие щечек делается с таким расчетом, чтобы они надевались на каркас с некоторым усилием.

Намотка катушек производится «внавал» между щечками на намоточном станке или вручную.

Контуры усилителя высокой частоты выполняются следующим образом. На одном из каркасов наматываются катушки средневолнового диапазона L_1 и L_3, на другом — катушки длинноволнового диапазона L_2 и L_4. Антенные катушки L_1 и L_2 наматываются поровну в двух секциях, контурные катушки L_3 и L_4 — поровну в трех секциях.

Аналогично наматываются и катушки детектора, только в этом случае на одном каркасе наматываются катушки L_5 и L_7 (для средневолнового диапазона), на другом — катушки L_6 и L_8 (для длинноволнового диапазона). Катушки связи L_5 и L_6 наматываются поровну в двух секциях, контурные катушки — поровну в трех секциях. Моточные данные катушек следующие: L_1 и L_5 имеют по 200 (2×100) витков провода ПЭЛ 0,1—0,15, контурные катушки L_3 и L_7 — по 165 (3×55) витков провода ПЭЛ 0,15—0,25. Диапазон длинных волн: антенная катушка L_2 и катушка связи L_6 имеют по 800 (2×400) витков провода ПЭЛ 0,08—0,1; контурные катушки L_4 и L_8 — по 525 (3×175) витков провода ПЭЛ 0,1—0,15.

Каркасы, на которых намотаны катушки усилителя высокой частоты (L_1, L_2, L_3 и L_4), закрепляют на плате из изоляционного листового материала, например гетинакса, толщиной 2—2,5 *мм* с помощью клея БФ-2. На такой же плате закрепляются каркасы катушек детектора (L_5, L_6, L_7 и L_8).

При монтаже приемника катушки следует располагать так, чтобы связь между катушками усилителя высокой частоты и катушками детектора была минимальной. Для этого катушки усилителя высокой частоты располагаются сверху шасси, а катушки детектора — под шасси, которое в этом случае играет роль металлического экрана.

При отсутствии подстроечных карбонильных сердечников катушки приемника могут быть выполнены на каркасах диаметром 18 *мм*. Для этой цели можно использовать картонные гильзы для охотничьих ружей 16-го калибра. Размеры и расположение катушек на таком каркасе показаны на рис. 7-33. Катушки в этом случае должны иметь следующие данные. Средневолновые катушки L_1 и L_5 должны содержать по 200 витков провода ПЭЛ 0,1, а катушки L_3 и L_7 — по 800 витков провода ПЭЛШО 0,15—0,25. Длинноволновые катушки L_2 и L_6 имеют по 600 витков ПЭЛ 0,1, катушки L_4 и L_8 — по 410 витков провода ПЭЛШО 0,15. Следует отметить, что налаживание приемника с такими катушками будет труднее, по-

скольку подгонка величины нужной индуктивности производится отматыванием или домотыванием витков.

Наиболее компактными получаются катушки, выполненные на карбонильных броневых сердечниках типа СБ-1а. В этом случае данные катушек будут такие: катушки L_1 и L_5 по 270 витков провода ПЭЛШО 0,1; катушки L_2 и L_6 по 600 витков того же провода; катушки L_3 и L_7 по 95 витков провода ПЭЛШО 0,1; катушки L_4 и L_8 по 300 витков провода ПЭЛ 0,1.

Катушки L_1, L_2, L_5 и L_6 наматывают на бумажных цилиндриках с боковыми щечками, внутри которых и помещается сердечник с контурными катушками. Можно использо-

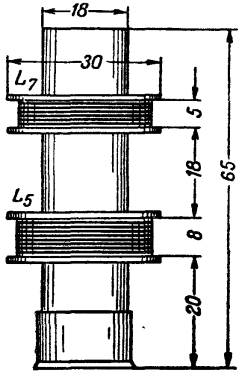


Рис. 7-33. Второй вариант катушек приемника

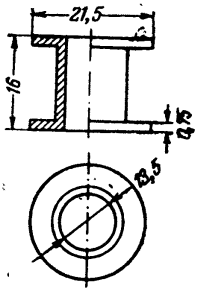


Рис. 7-34. Каркас для намотки катушек

вать для этих целей каркас от сердечника СБ-4а. Размеры такого каркаса приведены на рис. 7-34.

Для катушек можно также применить сердечники типа СБ-2а. В этом случае указанное выше число витков для каждой катушки следует уменьшить примерно на 30%.

В приемнике используется обычный двухплатный переключатель на три положения.

Силовой трансформатор может быть применен от радиоприемников «Москвич», «АРЗ» и «Рекорд». Выходной трансформатор выполняется на сердечнике сечением 3—4 $см^2$. Первичная обмотка трансформатора имеет 2400 витков провода ПЭЛ 0,1—0,2, вторичная обмотка — 55 витков провода ПЭЛ 0,45.

Конструкция и монтаж

Конструктивное выполнение приемника представляется решить читателю самостоятельно, тем более, что в предыдущих батарейных конструкциях показан ряд решений размещения

деталей. Укажем только, что обычно в сетевых приемниках на верхней части шасси укрепляют силовой трансформатор, электролитические конденсаторы, ламповые панельки и блок переменных конденсаторов. На передней стенке укрепляют потенциометр R_5, объединенный с выключателем сети, пере-

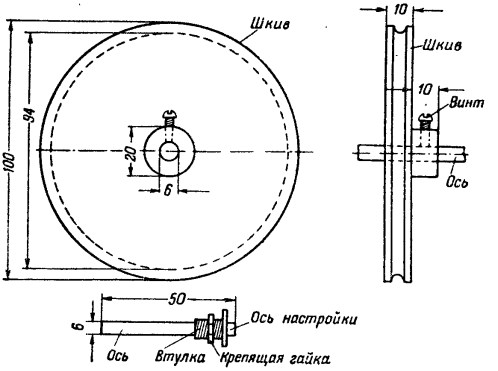


Рис. 7-35. Шкив блока настройки приемника

ключатель диапазонов $П_1$, регулятор тембра R_8 и ось ручки настройки. На задней стенке шасси располагаются гнезда для включения антенны, заземления и звукоснимателя.

Остается только показать устройство блока настройки. На оси блока переменных конденсаторов укреплен круглый шкив, размеры его приведены на рис. 7-35. Шкив выполняется из листового эбонита или сухого дерева толщиной 6—8 *мм*. По торцовой части шкива протачивается канавка для тросика.

Устройство блока настройки показано на рис. 7-36,*а*. Блок конденсаторов переменной емкости вращается посредством тросика, перекинутого через ось настройки. В качестве оси настройки используется ось от неисправного переменного сопротивления. Тросик выполняется из тонкой капроновой лески, натяжение тросика осуществляется с помощью пружинки. Подшкальник изготовляется из жести или дюралюминия толщиной 1 *мм*, размеры подшкальника приведены на рис. 7-36,*б*. Крепится подшкальник к шасси с помощью трехмиллиметровых болтиков, отверстия для которых просверливаются после изготовления и сборки шкального устройства. На лицевой стороне подшкальника наклеивается шкала, выполненная из плотной чертежной бумаги. Градуировка шкалы производится после полного налаживания радиоприемника. Для освещения шкалы в верхней части подшкальника укрепляется осветительная лампочка, питаемая от накальной обмотки силового трансформатора.

Монтаж приемника производится после установки всех деталей радиоприемника на шасси и выполнения всех механических работ. Для монтажа небольших деталей, например конденсаторов постоянной емкости и постоянных сопротивлений, следует использовать небольшие монтажные планки с контактными лепестками, к которым припаиваются выводы от этих деталей и элементов схемы.

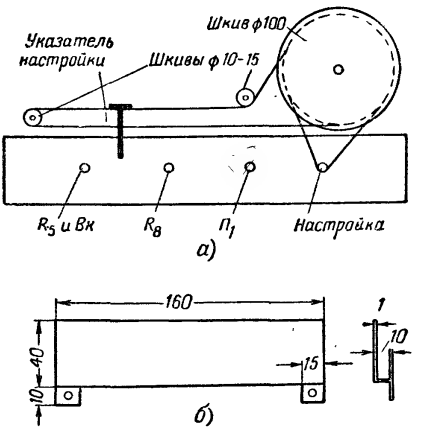


Рис. 7-36. *а* — устройство блока настройки; *б* — чертеж подшкальника (вид спереди)

Трехламповый супергетеродин *

Мы предлагаем вниманию сельских радиолюбителей, живущих в электрифицированных местностях, описание супергетеродинного радиоприемника, питающегося от сети переменного тока, в схеме которого используются сетевые лампы пальчиковой серии.

Этот приемник позволяет вести прием в трех диапазонах (длинные, средние и короткие волны). Как справедливо указывают авторы конструкции, три лампы — это тот минимум, при котором можно сконструировать приемник с достаточно хорошими параметрами. Сравнительная простота приемника при хороших качественных показателях позволяет рекомендовать его читателю.

В конструкции приемника применен клавишный переключатель. Но так как сельскому радиолюбителю не всегда уда-

* Разработан Г. Давыдовым и С. Сергеевым. Журнал «Радио» № 9, 1958 г., стр. 43.

ется достать такой переключатель, мы несколько перекомпоновали схему, заменив в ней клавишный переключатель более доступным стандартным двухплатным переключателем.

Приемник имеет три диапазона: КВ — от 25 до 70 *м*, СВ — от 187 до 578 *м* и ДВ — от 750 до 2000 *м*. Промежуточная частота — 465 *кгц*. Выходная мощность 0,5 *вт*. Принципиальная схема приведена на рис. 7-37.

На коротких волнах прием ведется на внешнюю антенну. Связь с ней индуктивная, с помощью катушки L_1, а на средних и длинных волнах прием ведется на магнитную антенну.

Первая лампа 6И1П — преобразовательная. Гептодная часть ее используется как смеситель, а триодная как гетеродин. С контура $L_{10}C_{21}$ напряжение промежуточной частоты подводится к управляющей сетке гептодной части второй лампы — 6И1П, гептодная часть которой используется в усилителе промежуточной частоты, а триодная — в предварительном усилителе низкой частоты.

Детектор выполнен на полупроводниковом диоде типа ДГ-Ц4 ($ПП_1$).

Регулятор громкости R_7 является одновременно сопротивлением нагрузки детектора.

Третья лампа — 6П14П — работает в оконечном каскаде, охваченном отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается с анода лампой и через конденсатор C_{27} и сопротивление R_{11} подается на управляющую сетку.

Выпрямитель собран на плоскостных германиевых диодах $ПП_2$ и $ПП_3$ типа ДГ-Ц27 по схеме удвоения.

Детали. Контурные катушки намотаны на унифицированных каркасах (например, от приемника «Байкал»). Исключение составляют каркасы катушек магнитной антенны: они сделаны из плотной бумаги, склеенной в два-три слоя. Моточные данные катушек приведены в табл. 7-1. При отсутствии

Таблица 7-1

Катушка	Число витков	Марка и диаметр провода	Тип намотки
L_1	32	ПЭЛШО 0,12	Однослойная
L_2	14	ПЭЛШО 0,25	С шагом 0,5 *мм*
L_3	65	ПЭВ 0,20	Однослойная
L_4	160	ПЭВ 0,12	Однослойная
L_5	13	ПЭЛШО 0,25	С шагом 0,5 *мм*
L_6	12	ПЭЛШО 0,12	Однослойная
L_7	4×28	ПЭВ 0,10	«Внавал»
L_8	4×55	ПЭВ 0,10	«Внавал»
$L_9, L_{10}, L_{11}, L_{12}$	2×88	ПЭВ 0,10	«Внавал»

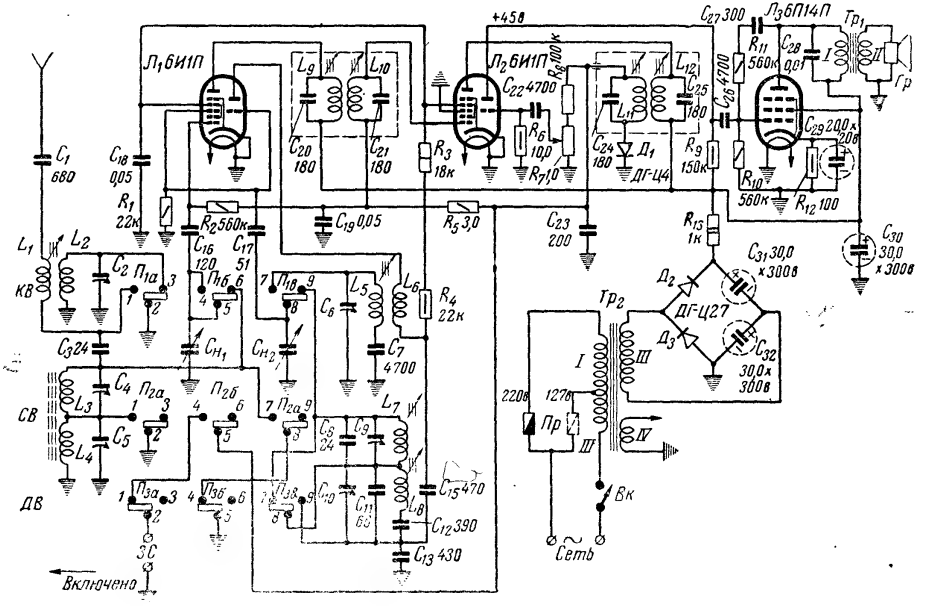


Рис. 7-37. Принципиальная схема трехлампового супергетеродина

готовых каркасов их можно выточить из органического стекла или склеить из плотной бумаги. Настройка контурных катушек производится ферритовыми сердечниками диаметром 2,8 *мм* и длиной 12 *мм*. Для коротковолновых катушек использованы сердечники марки Ф-100, а для остальных контурных катушек и трансформаторов промежуточной частоты — марки Ф-600. Стержень магнитной антенны также ферритовый, его диаметр 7,8 *мм* и длина 160 *мм*.

Силовой трансформатор $Тр_2$ выполнен на сердечнике из пластин типа УШ-19, толщина набора 28 *мм*. Обмотка *I* имеет 800 витков провода ПЭЛ 0,20, обмотка *II* — 920 витков провода ПЭЛ 0,25, обмотка *III* — 900 витков провода ПЭЛ 0,16 и обмотка *IV*—59 витков провода ПЭЛ 0,81.

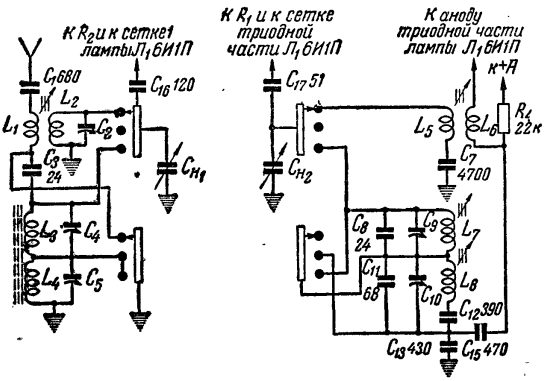


Рис. 7-38. Вариант схемы со стандартным переключателем

Выходной трансформатор $Тр_1$ выполнен на сердечнике из пластин типа УШ-12, толщина набора 18 *мм*. Обмотка *I* состоит из 1960 витков провода 0,10, обмотка *II* — из 84 витков провода 0,51. Пластины сердечника собраны встык с зазором 0,1 *мм*.

КАК НАДО ПАЯТЬ

Качество монтажа радиоаппаратуры во многом зависит от того, насколько надежно и правильно выполнена пайка электрических соединений. Плохая пайка, при которой провод или вывод детали лишь «приклеен», со временем приводит к нарушению электрического контакта в этом месте, появлению шорохов и тресков в громкоговорителе, а достаточно небольшой встряски, чтобы такая пайка вообще разрушилась и радиоаппарат вышел из строя.

Процесс пайки заключается в следующем. Поверхности, которые нужно спаять, зачищают и покрывают флюсом. Затем нагретым паяльником набирают припой и прикасаются им к спаиваемым поверхностям. Когда они нагреются, припой растечется и после остывания прочно соединит их в одно целое. Рассмотрим, как правильно нужно производить эти операции, чтобы получить надежную пайку.

Пайку в радиоаппаратуре производят оловянно-свинцовыми припоями. Для увеличения прочности припоев в них добавляют сурьму. Наиболее распространены припои марок ПОС-30, ПОС-40 и ПОС-60. Пайку крупных деталей обычно производят припоем ПОС-18 или ПОС-30.

Оловянно-свинцовые припои

Таблица 7-2

Марка припоя	Олово, % веса	Свинец, % веса	Сурьма, % веса	Температура плавления, °С
ПОС-60	60	39	0,8—1,0	183
ПОС-40	40	58	1,5—2,0	210
ПОС-30	30	68	1,5—2,0	240
ПОС-18	18	80	2,0—2,5	270

Припой можно приготовить самостоятельно. Для этого нужные количества олова и свинца (можно обойтись и без сурьмы) нарезают мелкими кусочками, расплавляют свинец и добавляют к нему небольшими порциями олово. Когда все олово расплавится, припой тщательно перемешивают и выливают в форму (рис. 7-39).

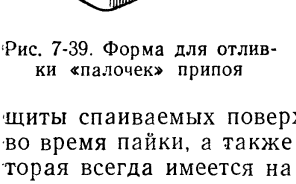


Рис. 7-39. Форма для отливки «палочек» припоя

При пайке малогабаритных деталей, транзисторов и полупроводниковых диодов следует применять легкоплавкие припои.

Для пайки алюминия и его сплавов можно использовать чистое олово или любой оловянно-свинцовый припой, но лучше применить специальные оловянно-цинковые припои.

При пайке обязательно нужно применять флюс. Он служит для защиты спаиваемых поверхностей от окисления при нагреве их во время пайки, а также для растворения пленки окислов, которая всегда имеется на металле. Благодаря этим свойствам

флюс поддерживает спаиваемые поверхности в чистоте, обеспечивая тем самым хорошую смачиваемость их припоем, а

Таблица 7-3

ЛЕГКОПЛАВКИЕ ПРИПОИ

Наименование припоя	Олово, % веса	Свинец, % веса	Висмут, % веса	Кадмий, % веса	Температура плавления, °С
ПОСК-50	50	32	—	18	145
ПОСВ-33	33,4	33,3	33,3	—	130
ПОК-56	56	—	—	44	184
Сплав Розе	25	25	50	—	94
Сплав д'Арсе	9,6	45,1	45,3	—	79
Сплав Липовица	13,33	26,67	50	10	70
Сплав Вуда	12,5	25	50	12,5	60,5

Таблица 7-4

ОЛОВЯННО-ЦИНКОВЫЕ ПРИПОИ ДЛЯ ПАЙКИ АЛЮМИНИЯ

Марка припоя	Олово, % веса	Цинк, % веса	Температура плавления, °С
Sn 98, Zn 2	98	2	223
Sn 90, Zn 10	90	10	197
Sn 80, Zn 20	80	20	223
Sn 70, Zn 30	70	30	248

следовательно, и надежную пайку. В качестве флюса при монтажной пайке употребляют только канифоль. Нельзя пользоваться для этой цели соляной кислотой, хлористым цинком, нашатырем и т. п., так как эти флюсы разрушают провода, окисляют место спая и приводят к нарушению электрического контакта.

Канифоль для пайки надо брать прозрачную, чистую, светло-желтого цвета. Такая канифоль дает меньше дыма, чем канифоль красновато-бурого цвета. Очень удобно применять канифольный флюс КЭ — раствор одной весовой части мелко измельченной канифоли в двух частях денатурированного или метилового спирта.

При пайке крупных деталей (шасси, экранов, корпусов и т. п.) для повышения прочности шва и облегчения залуживания применяют кислотный флюс — водный раствор хлористого цинка. Для приготовления этого флюса в концентрирован-

ной соляной кислоте растворяют кусочки цинка до тех пор, пока цинк не перестанет растворяться. Хранят флюс в стеклянном флаконе с притертой пробкой. После пайки остатки флюса должны быть тщательно удалены с поверхности шва во избежание коррозии. Для этого надо промыть деталь в горячей воде или хотя бы протереть шов тряпкой, намоченной в горячей воде, вытереть насухо и просушить.

При монтаже радиоаппаратуры удобнее всего пользоваться торцовыми электрическими паяльниками мощностью 50—100 *вт* (рис. 7-40). Рабочая часть стержня должна быть

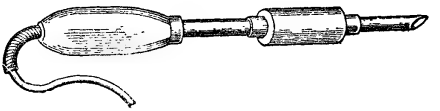


Рис. 7-40. Электрический торцовый паяльник

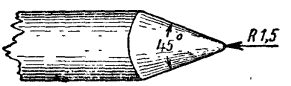


Рис. 7-41. Так надо запилить рабочую часть стержня паяльника

правильно запилена (рис. 7-41). После запиловки ее надо обработать личным напильником, чтобы удалить глубокие риски, а затем отковать молотком — это сделает стержень напильника менее склонным к образованию раковин. Затем надо залудить рабочую часть стержня. Для этого включают паяльник и, когда он несколько нагреется, прикасаются его рабочей частью к кусочку канифоли. Если паяльник нагрет достаточно, то канифоль расплавится и покроет тонким слоем рабочую часть стержня. Как только канифоль выгорит, надо снова погрузить рабочую часть стержня в канифоль и т. д.

Когда паяльник нагреется до температуры плавления припоя, плоскость рабочей части паяльника прикладывают к прутку припоя. Припой расплавится и растечется по ней тонким слоем. Если в каком-либо месте припой не пристанет к поверхности рабочей части, то нужно окунуть ее в канифоль и снова приложить к припою.

Если от долгой работы на поверхности стержня паяльника появятся раковины, надо запилить рабочую часть стержня, отковать ее и залудить.

Во время работы паяльник должен быть все время нагре-

тым, и надо следить, чтобы он не перегревался. Перегрев паяльника определяется тем, что при опускании его в канифоль она быстро с шипением разбрызгивается и выделяет большое количество синего дыма. Пайка перегретым паяльником полу-

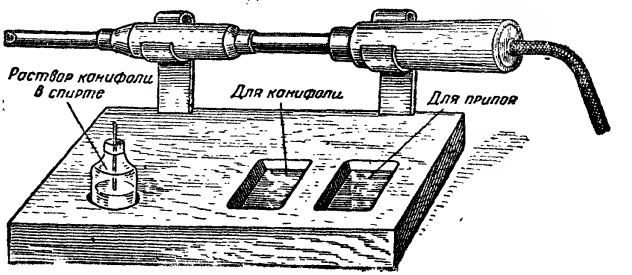


Рис. 7-42. Подставка для электрического торцового паяльника с коробочками для канифоли и припоя и гнездом для флакона с раствором канифоли в спирте

чается шероховатой и темной, припой плохо держится на рабочей части паяльника, которая очень быстро покрывается черной коркой нагара и перегоревшей канифоли. Нормальным нагревом надо считать такой, при котором припой быстро плавится, хорошо набирается на рабочую часть стержня паяльника, а канифоль остается на ней в виде кипящих капелек.

Для паяльника рекомендуется сделать подставку с двумя коробочками для канифоли и припоя (рис. 7-42). На дно коробочек надо положить плотную бумагу; это предохранит коробочки от загрязнения перегоревшей канифолью.

Если нет электрического паяльника или его нельзя применить из-за отсутствия электросети, то пайку производят обычным паяльником, изготовленным из куска красной меди и нагреваемым на огне (рис. 7-43). При залуживании и зачистке такого паяльника можно пользоваться кусковым или порошковым нашатырем.

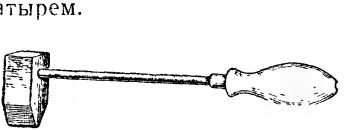


Рис. 7-43. Паяльник молоткового типа, нагреваемый на огне

Перед пайкой радиодеталей в схему их надо подготовить: выпрямить контакты или выводы, зачистить и залудить. Лепестки ламповых панелей, переключателей и т. п., а также

выводы конденсаторов и сопротивлений обычно посеребрены или залужены. Их нужно почистить. Но если серебряное покрытие сильно загрязнено, потемнело или покрылось желтым налетом, то контакт или вывод надо обязательно зачистить ножом или мелкой шкуркой и залудить. Для залуживания горячий паяльник опускают в канифоль, набирают на него немного припоя, а затем прикасаются к залуживаемому контакту одновременно кусочком канифоли и паяльником. Как только капелька канифоли попадет на контакт, канифоль убирают, а паяльником нагревают контакт до тех пор, пока припой не покроет его ровным слоем. Чтобы контакт залудился со всех сторон, его надо поворачивать. Если применяется жидкая канифоль (спиртовой раствор КЭ), то перед лужением контакт или вывод смачивается этим раствором при помощи кисточки.

При залуживании надо обязательно следить за тем, чтобы отверстия на лепестках ламповых панелей, контактах переключателей, конденсаторов, монтажных планок и т. п. не были залиты припоем. Для этого надо наносить припой очень тонким слоем и протирать залуживаемый контакт тряпочкой до того, как припой затвердеет. Рекомендуется набирать на паяльник как можно меньше припоя. Выводы конденсаторов и сопротивлений также надо залуживать как можно тоньше, чтобы их можно было изгибать при установке в схему. Однако это не всегда удается, поэтому лучше изгибать их до залуживания.

Когда контакты и выводы залужены, можно приступать к пайке радиодеталей в схему. Если в контакте или лепестке имеется отверстие, то для надежности соединения этого контакта с проводом или выводом другой радиодетали надо обязательно перед пайкой пропустить провод в это отверстие. Затем рабочую часть стержня паяльника опускают в канифоль, набирают припой и прикладывают стержень паяльника к месту спая. Не следует набирать много припоя: прочность пайки от этого не улучшится, а может произойти затекание припоя на другие контакты, замыкание и т. п. Припой должен только слегка покрыть место спая. Во время затвердевания припоя спаиваемые детали должны быть неподвижны.

Не следует долго нагревать выводы сопротивлений и конденсаторов, так как это может изменить параметры этих деталей. Место пайки должно находиться от тела детали не ближе:

для сопротивлений типа ВС и МЛТ . . .	5— 8 *мм*
для конденсаторов типа КСО и ПСО . . .	10—12 *мм*
для конденсаторов КТК и КДК	8 *мм*
для полупроводниковых диодов и триодов	8—10 *мм*

При пайке выводов транзисторов желательно применять термоотвод: вывод между телом транзистора и местом пайки зажимать плоскогубцами. Если указанные расстояния выдержать нельзя (например, при пайке сопротивления с оторванным выводом), надо применять легкоплавкие припои.

Провода из константана, манганина и нейзильбера (сплавы на медной основе) паяются хорошо. Сплавы же на никелевой основе, например нихром, плохо паяются мягкими припоями с канифолью. Поэтому пайку проводов из этих сплавов производят следующим образом. Нихромовый провод обматывают вокруг контакта, поверх делают бандаж из тонкой медной проволоки и пропаивают мягким припоем с минимальным количеством канифоли. При остывании припой вследствие усадки плотно прижмет нихромовый провод к контакту.

Пайка деталей из алюминия и его сплавов делается несколько иначе. Вначале спаиваемые поверхности зачищают скребком или стальной щеткой и нагревают. Если деталь небольшая, то для нагрева используют паяльник, если деталь крупная, то ее нагревают на плите, положив на железный лист, чтобы защитить от пламени (или на электроплитке). Когда деталь прогреется, на место пайки наносят припой, растирая пруток припоя на поверхности детали, и вновь энергично зачищают поверхность сквозь расплавленный припой. Излишек припоя стирают тряпкой. Залуженные таким образом поверхности паяют, как обычно, с применением в качестве флюса канифоли.

Глава восьмая

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

В этой главе даны краткие описания массовых радиоприемников, выпускаемых нашей промышленностью, и рассказано о том, как надо с ними обращаться. Принципиальные схемы приведены только для некоторых новых типов приемников.

Вначале рассматриваются батарейные приемники, а затем сетевые, по степени их сложности.

Рекомендации о том, какие типы батарей следует взять для того или иного батарейного приемника, здесь в большинстве случаев не даются. В приложениях читатели найдут таблицу с основными показателями выпускаемых в настоящее время гальванических элементов и батарей, применяемых для питания радиоприемников и другой аппаратуры.

В описаниях батарейных приемников указываются токи и напряжения, необходимые для их питания. На основании этих данных читатель легко подберет нужные комплекты батарей по таблице.

БАТАРЕЙНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Приемник «Киев-Б-2»

Это — двухламповый приемник прямого усиления, построен по схеме 0-V-1 и работает на лампах пальчиковой серии: 1К1П — в детекторном каскаде и 2П1П — в усилителе низкой частоты.

Приемник рассчитан на работу с нормальной наружной антенной и имеет два диапазона: длинноволновый — 2000—725 *м* (150—415 *кгц*) и средневолновый —578—200 *м* (520—1500 *кгц*).

Для питания используются анодная батарея на 80 *в* и батарея накала на 1,2 *в*. Допустимые пределы изменения напряжения составляют для анодной батареи 60—90 *в* и для батареи накала — 0,95—1,4 *в*. Расход тока в цепи накала около 180 *ма*, а в цепи анода — 5 *ма*. Громкоговоритель типа 0,25-ГД-Ш. Предусмотрены возможности использования

громкоговорителя приемника от трансляционной сети. Габариты приемника 257×206×140 *мм;* вес 3,5 *кг.*

Подключение источников питания к приемнику осуществляется четырехпроводным шнуром с пятью наконечниками специальной конструкции, к которым присоединяют провода

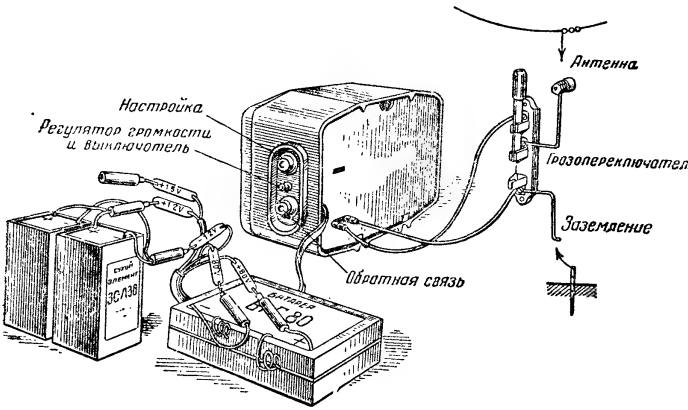


Рис. 8-1. Расположение ручек управления и схема включения приемника «Киев-Б-2»

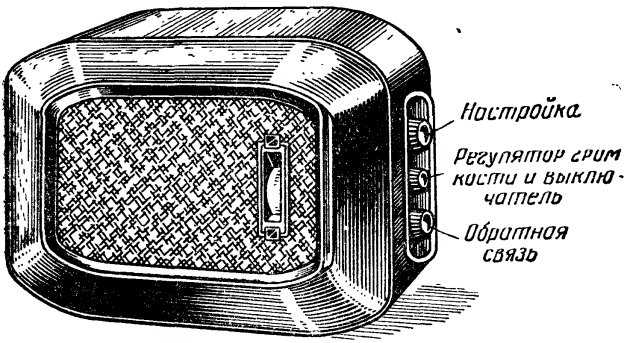


Рис. 8-2. Внешний вид приемника «Киев-Б-2»

от батарей. Анодная батарея всегда подключается к наконечникам с обозначениями «+80» и «—80». Минус батареи накала также всегда включается к наконечнику «—1,2». Плюс батареи накала в случае, если она имеет э.д.с. 1,5 *в,* присоединяется к наконечнику «+1,5». Затем, после нескольких

десятков часов работы, когда напряжение батареи уменьшится и прием станет слабым, провод переключают на наконечник «+1,2» (рис. 8-1). Внешний вид приемника показан на рис. 8-2. На рис. 8-1 и 8-2 видно расположение ручек управления на правой боковой стенке приемника.

Верхняя ручка служит для настройки на разные волны. При повороте этой ручки шкала приемника вращается на полный оборот, т. е. на 360°. На шкале нанесены длины волн в метрах, и поэтому, зная длину волны той или иной радиостанции, можно легко настроиться на нее. Часть шкалы, соответствующая длинноволновому диапазону, имеет красный цвет делений и цифр, а для диапазона средних волн — синий цвет.

Средняя маленькая ручка служит для включения и выключения приемника и для регулировки громкости. Включают приемник поворотом этой ручки по часовой стрелке. При таком вращении происходит увеличение громкости. Для выключения приемника нужно повернуть ручку против часовой стрелки до упора.

Для настройки на дальние радиостанции необходимо поставить ручку обратной связи в положение, соответствующее максимальной чувствительности приемника. Для этого поворачивают ручку обратной связи по часовой стрелке до тех пор, пока в некотором среднем положении не получится в громкоговорителе мягкий щелчок, после которого будут слышны шорох и шипение.

Положение обратной связи, при котором получается щелчок и возникает шорох, называется порогом генерации, что соответствует наибольшей чувствительности приемника.

Для более легкого обнаружения слабо слышимых станций следует обратную связь установить за порогом генерации и отыскивать станции вращением ручки настройки. Работа какой-либо радиостанции обнаруживается по свисту, тон и громкость которого меняются при вращении ручки настройки. Услышав свист, добиваются максимальной его громкости и наиболее низкого тона вращением ручки настройки, после чего ручку обратной связи вращают осторожно против часовой стрелки до пропадания свиста, т. е. переводят ручку обратной связи в положение до порога генерации. При исчезновении свиста должны появиться сигналы данной радиостанции. Некоторое улучшение громкости и чистоты звука можно получить дополнительной осторожной регулировкой ручки настройки. Если при этом появится снова свист, нужно уменьшить обратную связь, слегка повернув ее ручку против часовой стрелки.

Иногда при уменьшении обратной связи до пропадания свиста сигналы радиостанции не появляются. Это может быть в том случае, когда передатчик радиостанции включен, но передачи нет, например во время перерыва.

Следует также иметь в виду, что на различных волнах порог генерации получается при различных положениях ручки обратной связи. Поэтому необходимо вначале устанавливать обратную связь за порогом генерации, чтобы настройка на сигналы станции обнаружилась свистом.

Когда обратная связь установлена до порога генерации, то свиста не будет и трудно отыскать дальние, слабо слышимые станции. Вообще же, если обратная связь значительно меньше, чем при пороге генерации, то громкость приема получается во много раз слабее. В таком режиме возможен прием только мощных и сравнительно близких радиостанций. Дальние радиостанции необходимо принимать, устанавливая обратную связь, чуть-чуть не доходя до порога генерации, так как тогда приемник обладает высокой чувствительностью.

Не следует оставлять приемник работающим за порогом генерации, так как он будет создавать помехи другим близко расположенным приемникам.

Мощные и близко расположенные станции часто создают перегрузку приемника, в результате которой получается весьма громкий, но искаженный прием. Для уменьшения громкости и улучшения чистоты в этом случае рекомендуется уменьшить обратную связь, поворачивая ее ручку до отказа против часовой стрелки. и снизить усиление приемника поворотом регулятора громкости против часовой стрелки.

В процессе эксплуатации приемника приходится менять батареи и лампы. Для смены ламп снимают заднюю стенку. Ламповые гнезда находятся внутри металлических экранов цилиндрической формы, имеющих прорезь. Пальчиковые лампы следует вставлять в гнезда так, чтобы против прорези приходился промежуток между первым и седьмым штырьками.

Вставленную в гнездо лампу нельзя покачивать — может лопнуть донышко лампы.

Если приемник перестал работать или появились сильные трески, надо в первую очередь проверить контакты в местах подключения батарей к шнуру питания, а также контакты в цепи антенны и заземления. Надо убедиться и в наличии хорошего контакта в ламповых гнездах путем легкого нажима пальцем на верхнюю часть баллона лампы.

Приемник «Искра»

«Искра» — один из старейших батарейных приемников, сохранившийся в продаже до последнего времени. Он собран по супергетеродинной схеме, в которой используются четыре радиолампы пальчиковой серии: гептод 1А1П (преобразователь частоты), пентод 1К1П (усилитель промежуточной частоты), диод-пентод 1Б1П (второй детектор и первый каскад

усиления низкой частоты) и лучевой тетрод 2П1П (оконечный каскад усиления низкой частоты).

Диапазон волн приемника: 2000—730 *м* (150—410 *кгц*) и 580—188 *м* (520—1600 *кгц*). Выходная мощность 150 *мвт*. В приемнике применяется динамический громкоговоритель типа 1ГД-2, а в более поздних выпусках — 0,5ГД-5.

Для питания приемника используются специальные комплекты батарей. Основной комплект (на 1000 часов работы) имеет батарею накала БНС-МВД-400 и две анодно-сеточные батареи БСГ-60-С-8.

Облегченный комплект (на 300 часов работы) имеет батарею накала БНС-МВД-95 и две анодно-сеточные батареи БСГ-60-С-2,5.

Пальчиковые лампы, использованные в приемнике, могут работать при значительных отклонениях напряжения накала от нормальной величины 1,2 *в*. Поэтому в цепи накала нет реостата и не предусмотрены какие-либо переключения, хотя напряжение батареи накала за время ее работы изменяется от начального значения 1,4 *в* до конечного 0,9 *в*. Расход тока в цепи накала составляет 0,3 *а*.

Две анодные батареи по 60 *в* имеют отводы от 45 *в* и включаются последовательно. Нормальное анодное напряжение составляет 90 *в*. Поэтому сначала у каждой батареи включают секции на 45 *в*, а впоследствии, по мере понижения напряжения, подключают сначала одну, а затем другую дополнительные секции.

Приемник имеет кабель питания со специальными контактными фишками, которые включаются в панельки с гнездами, смонтированные на батарейном комплекте. Дополнительные секции подключают путем перестановки фишек из одного положения в другое.

Схема приемника имеет ту особенность, что потребление энергии в выходном каскаде автоматически регулируется в зависимости от величины отдаваемой мощности, т. е. от громкости работы приемника. При отсутствии сигналов анодный ток оконечного каскада очень мал и общее потребление анодного тока доходит до 6 *ма*. Это осуществляется за счет того, что, помимо источников для питания цепей накала и анода, в батарейном комплекте имеется еще сеточная батарея, состоящая из двух батарей по 4,5 *в*, соединенных последовательно. Напряжение 9 *в* от этих батарей подается минусом на управляющую сетку лампы 2П1П и почти запирает ее при отсутствии принимаемых сигналов. При появлении сигнала смещение уменьшается, и при работе приемника расход анодного тока составляет в среднем 12 *ма*.

Внешний вид приемника показан на рис. 8-3. Под горизонтальной шкалой расположен рычажок переключателя диапазонов. Левая ручка является регулятором громкости и выклю-

чателем питания. Правая ручка служит для плавной настройки.

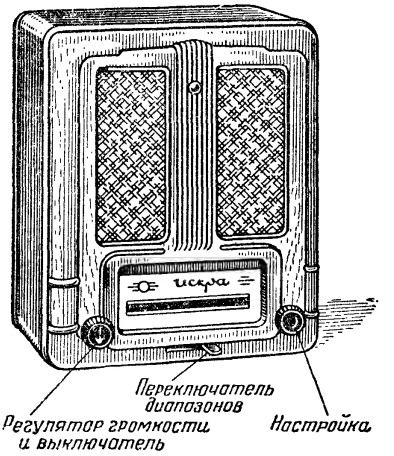


Рис. 8-3. Внешний вид приемника «Искра»

Приемник «Родина»

Приемник «Родина» разработан в 1945 году. Он является супергетеродином на малогабаритных лампах с батарейным питанием.

Приемник имеет шесть ламп. Первая лампа, так называемый гептод типа СБ-242, т. е. специальная пятисеточная лампа, работает в качестве преобразователя частоты. Вторая и третья лампы — пентоды 2К2М — работают в каскадах усиления промежуточной частоты. Четвертая лампа — пентод 2Ж2М — служит детектором и усилителем низкой частоты. Эта лампа работает очень оригинально. Для детектирования используются катод и анод лампы, работающие совместно как диод, в то же время катод, управляющая сетка и экранная сетка образуют триод для усиления низкой частоты. Последний оконечный каскад усиления низкой частоты собран по двухтактной схеме и работает на двух лампах 2Ж2М. Лампы оконечного каскада работают в особом режиме усиления, называемом усилением класса «В». Этот режим усиления характеризуется тем, что при отсутствии принимаемых сигналов лампы заперты и, следовательно, нет расхода анодного тока. Выходная мощность приемника составляет 200—250 *мвт*. Приемник имеет электродинамический громкоговоритель с постоянным магнитом.

«Родина» имеет три диапазона: длинные волны — 2000—733 *м*, средние волны —545—200 *м* и короткие волны —32,6—24,6 *м*. Промежуточная частота равна 460 *кгц*.

Приемник собран на металлическом шасси, вставленном в деревянный ящик. На передней панели, слева, расположена ручка выключателя и регулятора тона. Эта ручка имеет три положения: левое — соответствует выключению батареи накала и батареи анода; второе положение включает обе батареи и дает работу приемника с ослаблением высших звуковых частот, т. е. с подчеркиванием низких частот (басов); в третьем положении приемник работает с нормальным вос-

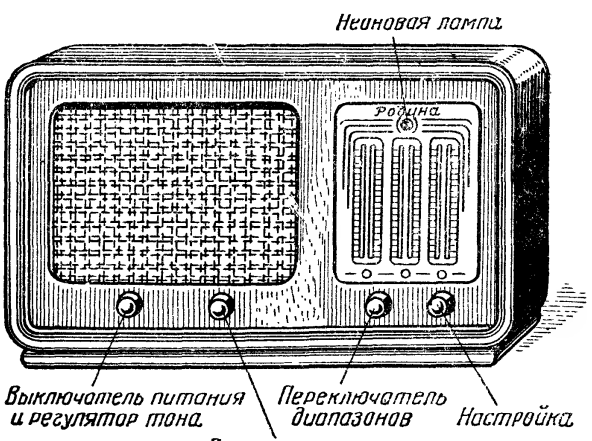


Рис. 8-4. Внешний вид приемника «Родина»

произведением всех частот. Следующая ручка служит для регулировки громкости. Далее, в правой части, расположены переключатель диапазонов и ручка плавной настройки.

Шкала приемника имеет градуировку по длинам волн в метрах и по частотам в килогерцах. Внешний вид приемника показан на рис. 8-4.

Нормальные питающие напряжения для приемника 2 *в* и 120 *в*. Минимальное анодное напряжение 60 *в*.

Приемник «Родина» для накала питается от батарей из четырех элементов 6С-МВД, соединенных в две параллельные группы по два элемента последовательно в каждой группе. Такой батареи хватает не менее чем на 600 часов работы приемника. Потребляемый ток накала составляет 0,46 *а*.

Анодный ток, потребляемый приемником, при отсутствии

сигналов не превышает 6 *ма* и доходит до 10—12 *ма* во время приема. Поэтому для анодного питания могут быть применены анодные батареи любого типа.

Одной из особенностей приемника «Родина» является наличие в нем индикатора анодного напряжения в виде неоновой лампочки, расположенной над шкалой приемника. Эта лампочка светится, если напряжение анодной батареи не ниже 80 *в*. При анодном напряжении 80 *в* приемник еще может работать. Таким образом, неоновая лампочка, с одной стороны, показывает наличие анодного напряжения на приемнике, а с другой, если анодная батарея сильно разрядится, то лампочка потухнет и тем самым покажет, что анодные батареи желательно заменить.

Включение приемника осуществляется крайней левой ручкой. Эта ручка выключает и регулятор тона, для чего ее надо перевести в правое положение. При включении должна засветиться неоновая лампочка. Регулятор громкости устанавливают на максимальную громкость (до отказа по часовой стрелке) или близкую к максимальной. Поставив переключатель диапазонов на тот или иной диапазон, отыскивают сигналы радиостанции с помощью ручки настройки, пользуясь градуировкой, имеющейся для каждого диапазона на шкале. Настроившись на максимальную громкость с помощью ручки настройки, вращением регулятора громкости добиваются наиболее приятной для уха слышимости.

Следует иметь в виду, что при положении регулятора на максимальной громкости всегда бывают более громко слышны помехи. Если эти помехи по громкости несколько слабее, чем полезные сигналы, то, уменьшая громкость с помощью регулятора, можно всегда настолько снизить слышимость помех, что они почти не будут мешать передаче. Правда, передача не будет громкой, но приятнее слушать тихую передачу без помех, чем громкую передачу с треском и другими шумами.

Регулятор тона нормально должен находиться в правом положении. Переключение его в среднее положение, дающее ослабление высших звуковых частот, может понадобиться в том случае, если в передаче самой радиостанции слишком подчеркиваются высшие звуковые частоты. Кроме того, иногда удается таким способом уменьшать помехи в виде свиста или писка высокого тона, появляющиеся в случае, когда на частоте, близкой к частоте принимаемой радиостанции, работает какая-либо другая мешающая станция.

Выключается приемник поворотом выключателя в крайнее левое положение, при этом неоновая лампочка должна потухнуть. Отсоединять батареи не требуется, потому что выключатель размыкает цепи обеих батарей и они не будут разряжаться при бездействии приемника. Как видно, настройка

приемника весьма проста, так как нет ручки обратной связи, имеющейся в приемниках прямого усиления.

Чтобы приемник работал нормально, надо соблюдать следующие условия: лампы должны быть плотно вставлены в свои гнезда и правильно включены антенна, заземление и батареи. Следует особенно тщательно проверить, правильно ли присоединены полюсы батарей. Надо иметь в виду, что при неправильном включении полюсов анодной батареи полностью отсутствует слышимость, а неправильное включение полюсов батареи накала приводит к значительному снижению слышимости.

Включение по ошибке анодной батареи вместо батареи накала недопустимо, так как будут сожжены лампы.

Приемник «Родина-47» («Электросигнал-3»)

Этот приемник отличается от предыдущего главным образом внешним оформлением. Но есть и некоторые изменения.

Коротковолновый диапазон у него расширен и перекрывает волны от 25 до 70 *м*. В антенну включен специальный фильтр для уменьшения помех, несколько улучшен усилитель низкой частоты, сделана более удобная горизонтальная шка-

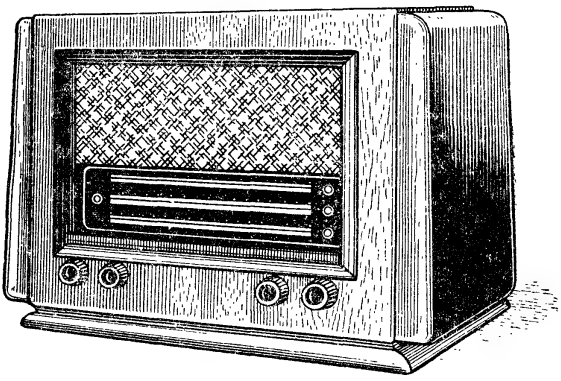


Рис. 8-5. Внешний вид приемника «Родина-47»

ла. Имеется возможность включения в приемник дополнительного высокоомного электромагнитного или пьезоэлектрического громкоговорителя. Когда приемник не работает, то его громкоговоритель может быть использован для слушания передач от трансляционной линии, которая в этом случае подключается к гнездам добавочного громкоговорителя. Источники тока для приемника «Электросигнал-3» помещаются вне ящика. Для погашения излишнего напряжения накала в при-

емнике имеется сопротивление, которое замыкается накоротко специальной перемычкой, расположенной сзади, в том случае, когда напряжение батареи накала от работы снизится. При новых элементах эта перемычка должна быть разомкнута.

Внешний вид приемника показан на рис. 8-5.

Приемник «Родина-52»

Выпуск приемника «Родина-52» был начат в 1952 году. Этот приемник заменил приемник «Родина-47» («Электросигнал-3»). Как по конструкции, так и по своей электрической схеме приемник «Родина-52» существенно отличается от своих предшественников. Это семиламповый приемник, работающий на пальчиковых лампах. По своим электрическим показателям он относится к батарейным приемникам второго

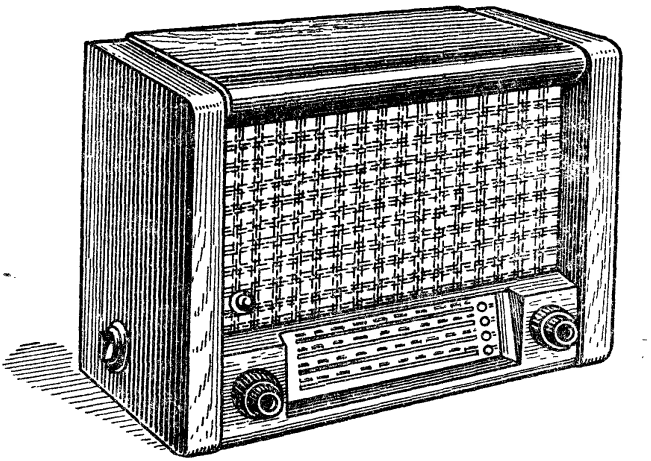


Рис. 8-6. Внешний вид приемника «Родина-52»

класса. При высокой чувствительности и избирательности он отличается в то же время достаточной экономичностью питания: расход энергии на питание цепей накала и анода у него очень невелик, меньше, чем у приемника «Родина-47». Кроме того, в схеме приемника предусмотрено специальное устройство, позволяющее уменьшать расход энергии от батарей, когда от приемника не требуется работа на полную мощность, т. е. с большой громкостью.

Внешний вид приемника «Родина-52» изображен на рис. 8-6.

Ручки управления приемника расположены на передней

панели и на левой боковой стенке. На передней панели, справа от шкалы, находится сдвоенная ручка: большая служит для переключения диапазонов, а малая — для настройки. Сдвоенная ручка слева от шкалы выполняет несколько функций: большая является выключателем питания (причем выключаются одновременно батареи накала и анода) и регулятором громкости, а малая — регулятором тона. Регулятор тона имеет три положения: «Выключено», «Включено — Широкая полоса» и «Выключено — Узкая полоса». Когда он установлен в положение «Выключено», разрываются цепи накала ламп и высокого напряжения. При установке регулятора тона в положение «Узкая полоса» параллельно регулятору громкости и нагрузке детектора включается конденсатор, который вместе с этими сопротивлениями образует фильтр нижних частот. На левой боковой стенке находится переключатель рода работы, который имеет три положения: для работы в экономичном режиме (это положение обозначено буквами ММ, что означает «Малая мощность»), для работы при нормальном потреблении энергии от батарей (обозначено БМ, что означает «Большая мощность») и для работы от звукоснимателя (обозначено буквами ЗС — «Звукосниматель»). Сзади находятся гнезда для присоединения антенны и заземления, гнезда для звукоснимателя и гнезда для добавочного громкоговорителя, который может быть при желании присоединен к приемнику (этот громкоговоритель должен быть высокоомным, т. е. иметь большое сопротивление обмотки, как, например, «Рекорд»). С помощью этих же гнезд (т. е. для добавочного громкоговорителя) приемник может быть включен в трансляционную сеть; в этом случае используется только громкоговоритель самого приемника, а батареи включать не следует.

Для подключения источников питания приемник снабжен шнуром, который заканчивается колодками для соединения с батареями такого же типа, как и для приемника «Искра» (см. стр. 202). Кроме того, к приемнику придается специальная переходная колодка, которая позволяет использовать обычные батареи накала и анода.

Схема приемника — супергетеродинная. Первая лампа — гептод 1А1П — является преобразователем частоты. Вторая и третья лампы — высокочастотные пентоды 1К1П — работают в каскадах усиления промежуточной частоты. Четвертая лампа — диод-пентод 1Б1П — выполняет две функции: диодная часть ее служит детектором, а пентодная — предварительным усилителем низкой частоты. Напряжение с выхода этой лампы подается на сетку одной из ламп, работающих в оконечном двухтактном каскаде. Пятая лампа — такой же диод-пентод 1Б1П, но используется в ней только пентодная часть; эта лампа служит для того, чтобы подавать на сетку второй лампы оконечного двухтактного каскада напряжение звуко-

вой частоты. Шестая и седьмая лампы — лучевые тетроды 2П1П, работающие в оконечном каскаде по двухтактной схеме. К числу особенностей оконечного каскада относится уже упомянутая ранее возможность работы в экономичном режиме с неполной выходной мощностью. Для этого в каждой из ламп 2П1П выключается одна из двух половин нити накала, что приводит к уменьшению тока накала и вместе с тем к уменьшению анодного тока.

При переходе с одного режима на другой одновременно изменяется число включенных витков обмотки *III* выходного трансформатора, так как при этом изменяется наивыгоднейшее нагрузочное сопротивление выходного каскада приемника.

Приемник имеет четыре диапазона: длинные волны — 2000—723 *м* (150—415 *кгц*), средние волны —577—167 *м* (520—1600 *кгц*), короткие волны I—76—36 *м* (3,95—8,33 *Мгц*) и короткие волны II—36—24,8 *м* (8,33—12,1 *Мгц*). Промежуточная частота 465 *кгц*.

Индикатором включения батарей служит неоновая лампочка, расположенная слева над ручкой регулятора громкости; она загорается при включении источников питания.

Напряжение накала пальчиковых ламп, примененных в приемнике, равно 1,2 *в*. Расход тока на накал ламп составляет 0,52 *а* в обычном режиме и 0,4 *а* — в экономичном.

Для питания анодных цепей требуется напряжение 90 *в*; потребляемый ток в экономичном режиме при выходной мощности 0,1 *вт* не более 8,5 *ма*, а в режиме «большой мощности» при мощности на выходе 0,3 *вт* не более 12 *ма*.

Звукосниматель включается при установке переключателя $П_3$ в положение «Зв», при этом выключается накал ламп $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$, а выходной каскад работает в режиме «большой» выходной мощности.

В приемнике имеются гнезда для включения дополнительного громкоговорителя «Доп. гр.» Через эти же гнезда громкоговоритель приемника может быть включен в трансляционную линию проводного вещания (при выключенном питании приемника).

Громкоговоритель приемника — типа ЗГД-3 с постоянным магнитом. Сопротивление его звуковой катушки постоянному току 3 *ом*.

При пользовании приемником «Родина-52» следует руководствоваться общими указаниями, приведенными выше в описании приемника «Родина».

Приемник «Родина-59»

После приемника «Родина-52» была выпущена небольшая серия приемников «Родина-58», в принципе мало чем отличающаяся от «Родины-52». Поэтому, опуская эту промежуточ-

ную серию, мы даем описание выпускаемого теперь в большом количестве приемника «Родина-59».

Он представляет собой супергетеродин второго класса, в котором число электронных ламп сокращено до трех (батарейных пальчиковых) за счет применения полупроводниковых приборов (пять транзисторов). Это сделало приемник более экономичным, а качество звучания стало лучше, чем в предыдущих моделях.

«Родина-59» имеет пять диапазонов: длинных и средних волн и три полурастянутых, коротковолновых. Переход с одного диапазона на другой или прослушивание грамзаписи с помощью звукоснимателя осуществляются клавишным переключателем.

Диапазоны: 2000—723 *м* (150—415 *кгц*); 577—187 *м* (520—1600 *кгц*); 31—24 *м* (9,7—12,1 *Мгц*); 50—32 *м* (6,0—9,4 *Мгц*) и 77—51 *м* (3,9—5,8 *Мгц*). Промежуточная частота 465 *кгц*.

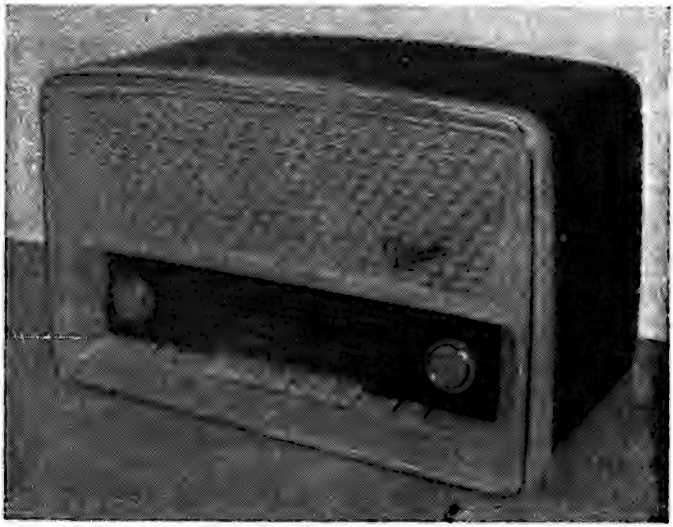


Рис. 8-7. Внешний вид приемника «Родина-59»

Внешний вид приемника показан на рис. 8-7. Левая от шкалы ручка — регулятор громкости и выключатель. Правая ручка — настройка. Слева от клавишного переключателя регулятор тембра нижних, а справа — верхних звуковых частот.

Принципиальная схема приведена на рис. 8-8. В смесителе используется гептодная, а в гетеродине триодная часть лампы 1К2П.

Два каскада усилителя промежуточной частоты (ПЧ) работают на лампах 1К2П. В качестве детектора используется полупроводниковый диод Д2-Е. В остальных каскадах применены транзисторы типа П13: два в предварительном усилителе низкой частоты и два в оконечном усилителе.

Когда на приемнике проигрываются грампластинки, в качестве первого каскада усилителя низкой частоты используется последний каскад усилителя промежуточной частоты. Цепь автоматической регулировки усиления (АРУ), напряжение которой во время приема радиопрограмм снимается с нагрузки детектора и подается на сетки ламп смесителя и усилителей ПЧ, в этом случае разрывается.

Питание приемника достаточно универсально. Конструкторы приемника предусмотрели три варианта питания: от комплекта низковольтных батарей или аккумуляторов с напряжением 1,2 и 6 *в* (анодные и экранные цепи ламп питаются через преобразователь напряжения на полупроводниковых приборах); от комплекта батарей напряжением 1,2; 6 и 60 *в* (преобразователь напряжения в этом случае не используется); от сети переменного тока 127 и 220 *в* (в этом случае преобразователь напряжения не используется, а постоянные напряжения получают от выпрямителей, собранных на пяти полупроводниковых диодах).

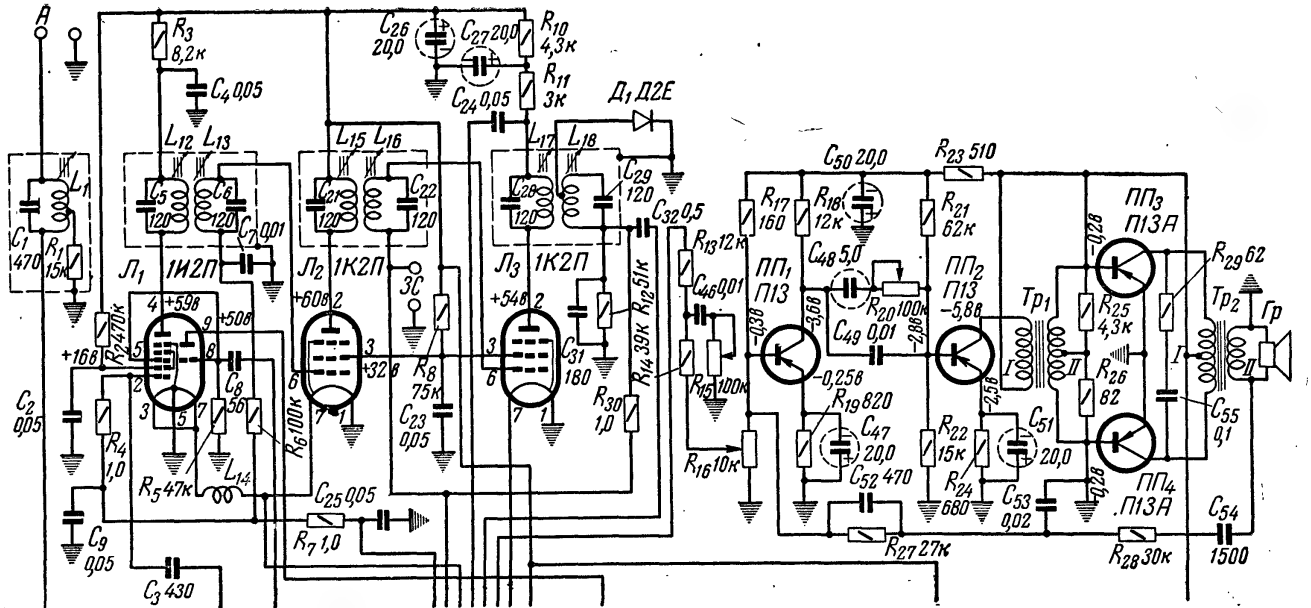
Преобразователь напряжения представляет собой отдельный блок приемника. Он служит для преобразования постоянного напряжения 6 *в* в постоянное напряжение 60 *в* для питания анодных и экранных цепей ламп. Постоянное напряжение преобразуется вначале в переменное с помощью полупроводникового триода П13, а затем выпрямляется полупроводниковым диодом ДГ-Ц24, включенным по однополупериодной схеме.

Выпрямители напряжений 1,2 и 6 *в* собраны по двухполупериодным схемам на полупроводниковых диодах ДГ-Ц25. Индикатором включения сетевого выпрямителя служит неоновая лампочка МН-2.

Для ослабления помех преобразователь закрыт стальным кожухом, а чтобы по цепям питания не проходили помехи, на входе и выходе преобразователя установлены высокочастотные дроссели.

В приемнике использован один громкоговоритель 1ГД-6. Полоса воспроизведения звуковых частот лежит в пределах 100—7000 *гц*. Выходная мощность составляет 150 *мвт*. Мощность, потребляемая приемником от батарей в режиме покоя, равна 0,5 *вт*, а при подаче сигнала — от 0,7 до 0,9 *вт*.

Футляр приемника — деревянный, полированный, отделан шпоном ценных пород дерева с обрамлением лицевой панели пластмассой. Размеры футляра 480×310×255 *мм*. Вес приемника 12 *кг*.



А
R3 8,2к
C4 0,05
C26 20,0
C27 20,0
R10 4,3к
R11 3к
C24 0,05
Д1 Д2Е
L12 L13
L15 L16
L17 L18
C5 120
C6 120
C21 120
C22 120
C28 120
C29 120
C7 0,01
C32 0,5
L1
C1 470
R1 15к
Л1 1И2П
Л2 1К2П
Л3 1К2П
ЗС
+59в
+50в
+60в
+54в
+16в
+32в
R2 470к
C8 56
R6 100к
R8 75к
C23 0,05
C31 180
R12 51к
R14 39к
R30 1,0
R13 12к
C46 0,01
R15 100к
R16 10к
C2 0,05
R4 1,0
R5 47к
L14
C25 0,05
R7 1,0
C9 0,05
C3 430
C50 20,0
R23 510
R17 160
R18 12к
R21 62к
ПП1 П13
ПП2 П13
ПП3 П13А
ПП4 П13А
C48 5,0
R20 100к
C49 0,01
-0,3в
-3,6в
-0,25в
-2,8в
-2,5в
-0,2в
Тр1
Тр2
Гр
R25 4,3к
R26 82
R29 62
C55 0,1
R19 820
C47 20,0
C52 470
R22 15к
R24 680
C51 20,0
C53 0,02
R27 27к
R28 30к
C54 1500

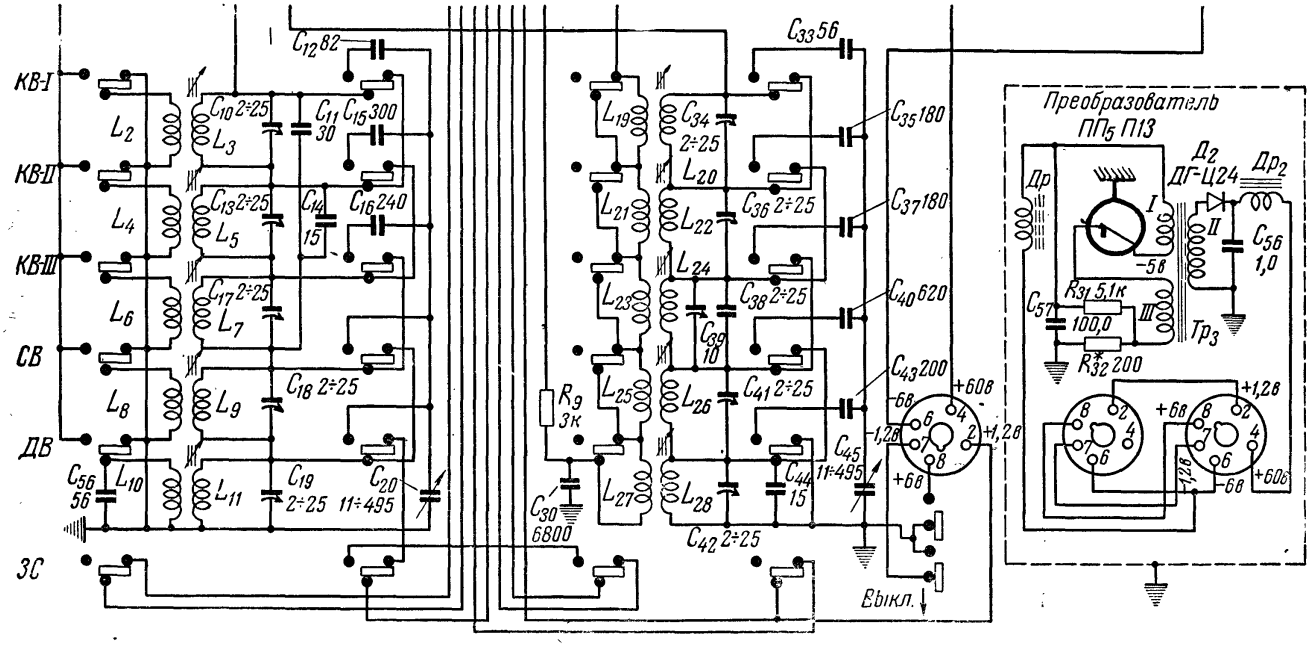


Рис. 8-8. Принципиальная схема приемника «Родина-59»

Приемник «Минск»

Радиоприемник «Минск» — супергетеродин, в схеме которого используются только транзисторы и нет ни одной лампы. Он имеет два диапазона: длинноволновый (ДВ) — 2000—723 *м* (150—415 *кгц*) и средневолновый (СВ) — 577—187 *м* (1600—520 *кгц*). Внешний вид приемника показан на рис. 8-9. Управление им осуществляется двумя ручками: «Громкость» слева от шкалы, «Настройка» — справа и переключателем с тремя клавишами: «Выключено», «ДВ» и «СВ».

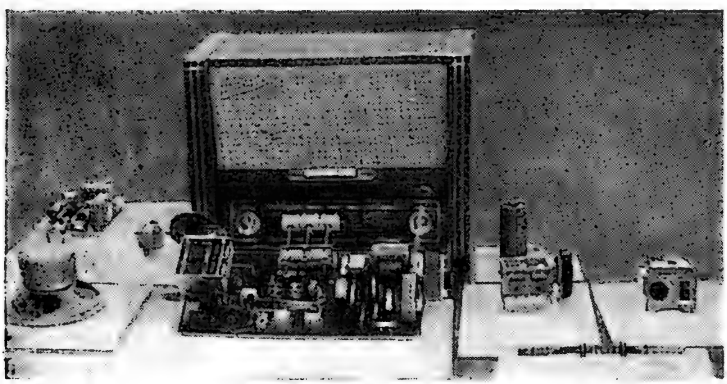


Рис. 8-9. Приемник «Минск», его шасси и детали, экспонируемые в павильоне «Радиоэлектроника и связь» на ВДНХ

Прием станции может производиться как на внутреннюю, магнитную (ферритовую) антенну, так и на наружную. Для включения наружной антенны и заземления имеются специальные гнезда. Громкоговорителей два, типа 0,5ГД-11. Чувствительность приемника значительно выше, чем у батарейного лампового приемника «Родина-52».

Принципиальная схема приемника показана на рис. 8-10. В ней используются семь транзисторов и один полупроводниковый диод. Первый транзистор работает в качестве преобразователя частоты, два последующих усиливают промежуточную частоту, а четыре оконечных составляют усилитель низкой частоты.

В преобразовательном каскаде гетеродин и смеситель собраны на одном триоде, на основание которого подается напряжение сигнала, а напряжение гетеродина через конденсатор C_{13} подается на эмиттер.

С помощью фильтра R_7C_{21} с диодного детектора снимается сигнал для автоматической регулировки усиления (АРУ)

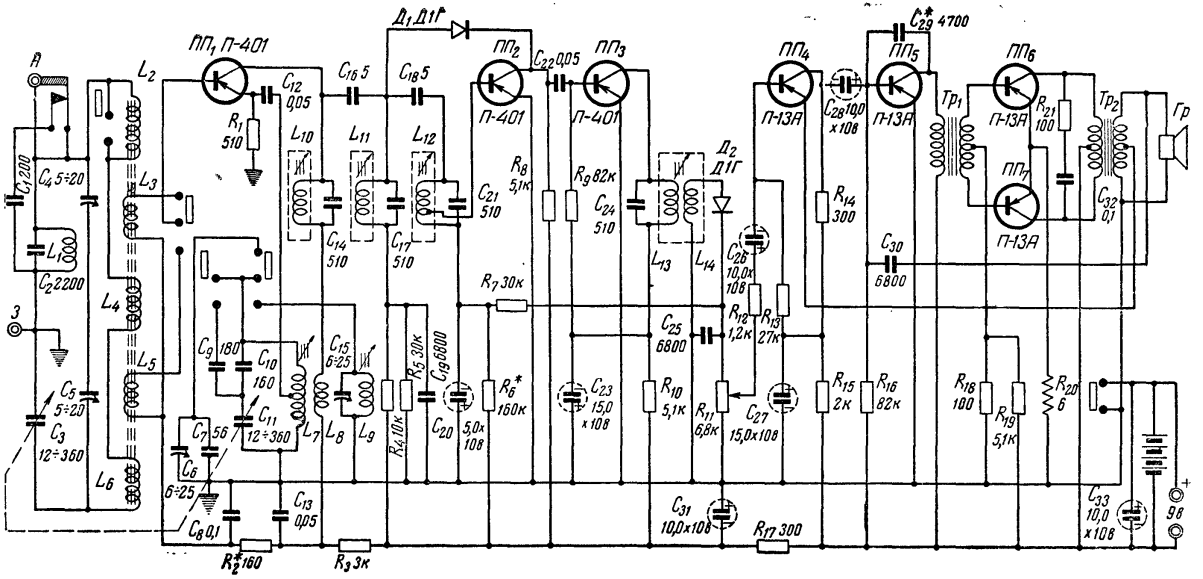


Рис. 8-10. Принципиальная схема приемника «Минск»

и подается на основание первого каскада усилителя промежуточной частоты.

Батарейное питание осуществляется от одной батареи напряжением 9 *в*, вес ее 400 *г* (шесть полуторавольтовых последовательно соединенных элементов типа «Сатурн»). Элементы батареи устанавливаются с внутренней стороны задней стенки футляра в две специальные кассеты. Этого комплекта питания хватает примерно на 100 часов работы. Кроме того, приемник может питаться от сети переменного тока.

При включении сетевой приставки отключаются батареи, а выключатель питания переключается в цепь сетевой обмотки трансформатора.

Рис. 8-11. Внешний вид приемника «Атмосфера»

Шасси приемника состоит из двух блоков. В первом расположены ферритовая антенна, кнопочный переключатель, преобразователь, трехконтурный фильтр и блок конденсаторов переменной емкости. Он выполнен обычным, навесным монтажом. Второй блок, смонтированный методом печатного монтажа, содержит тракт ПЧ и усилитель НЧ.

Выходная мощность приемника 0,4 *вт*. Футляр приемника деревянный, с полированной поверхностью. Размеры его 325×240×160 *мм*. Вес 4,5 *кг*.

В заключение обзора батарейных приемников следует рассказать о переносном полупроводниковом приемнике «Атмосфера», внешний вид которого показан на рис. 8-11.

Это — супергетеродин, выполненный полностью на полупроводниковых приборах. В нем семь транзисторов типа П-402 и П-13А и диод Д2-В.

В качестве преобразователя частоты работает транзистор П-402. Еще два таких же транзистора работают в двухкаскадном усилителе промежуточной частоты. Детектором служит диод Д2-В. В двух каскадах предварительного усилителя низкой частоты используются транзисторы П-13А; еще два таких транзистора работают в двухтактном выходном каскаде.

Приемник рассчитан на работу в диапазонах длинных (2000—723 *м*) и средних (577—187,5 *м*) волн. Включение нужного диапазона производится нажатием одной из двух кнопок. Промежуточная частота 465 *кгц*. Чувствительность в среднем 2,5 *мв/м*. Выходная мощность 150 *мвт*. Громкоговоритель — 0,5ГД-14.

Питание приемника (он рассчитан на напряжение 9 *в*) осуществляется от двух батарей карманного фонаря КБС-Л-05-4,5 *в*; один комплект обеспечивает непрерывную работу приемника в течение ста часов.

Размеры приемника 220×160×70 *мм*. Вес 1,3 *кг*. Футляр изготовлен из пластмассы.

Имея высокую чувствительность, приемник «Атмосфера» обеспечивает прием на внутреннюю магнитную антенну не только местных, но и значительного количества отдаленных радиостанций. Прием можно вести в самых разнообразных условиях: дома, на прогулке, в путешествии и т. д. Приемник обеспечивает хорошее качество звука.

Карманный радиоприемник «Нева»

Наш обзор был бы не полон, если бы мы не показали нашим читателям один из современных карманных радиоприемников. Такой приемник показан на рис. 8-12. Он называется «Нева». Это — супергетеродин, в котором используются шесть транзисторов и один полупроводниковый диод. В смесителе и гетеродине работает транзистор П-401; два каскада усиления промежуточной частоты также на транзисторах П-401; в качестве детектора используется диод Д2-В; предварительный усилитель низкой частоты и оконечный двухтактный каскад усиления низкой частоты работают на трех транзисторах П-13А. Прием ведется на внутреннюю магнитную антенну.

Приемник обеспечивает прием радиовещательных станций, работающих в диапазонах длинных (2000—723 *м*) и средних (577—187,5 *м*) волн. Включение нужного диапазона произво-

дится нажатием одной из двух кнопок, расположенных на противоположных стенках футляра. Плавная настройка приемника осуществляется вращением лимба со шкалой, расположенного на передней стенке футляра.

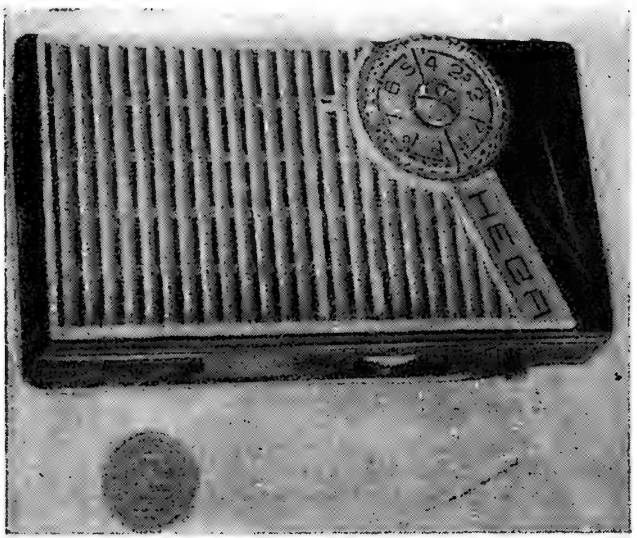


Рис. 8-12. Внешний вид карманного приемника «Нева»

Приемник обладает удовлетворительным качеством звучания, экономичностью и удобством в эксплуатации. Он заключен в футляр из небьющейся пластмассы. Крышки футляра разнимаются, позволяя без затруднения заменить старые источники питания новыми.

Размеры приемника 285×72×34 *мм*. Вес 300 *г*.

УХОД ЗА БАТАРЕЙНЫМИ ПРИЕМНИКАМИ И УСТРАНЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В НИХ

Правильный уход за приемником, бережное и аккуратное обращение с ним могут обеспечить хорошую его работу в течение долгого времени. Конечно, иногда неисправности в приемнике получаются не по вине лиц, работающих с ним, а из-за недостаточно высокого качества отдельных деталей приемника, выходящих из строя после некоторого срока работы. Отыскание и устранение неисправностей внутри приемника может делать только человек, хорошо разбирающийся в

схеме. Чтобы не повредить детали внутри приемника, неопытному лицу не следует вынимать его из ящика и пытаться искать в нем неисправности.

Во избежание коротких замыканий работать внутри приемника с металлическими инструментами нельзя, если не отсоединены батареи.

Приемник должен находиться по возможности в сухом месте, так как влага разрушает его детали и ухудшает их качество, в результате чего приемник начинает хуже работать или совсем замолкает. Однако не следует держать приемник и в очень теплом месте, например у печки или на солнце. От работы приемник всегда нагревается, и если к этому добавится еще какой-либо посторонний нагрев, то может получиться чрезмерное повышение температуры внутри приемника и он выйдет из строя. Надо предохранять приемник от пыли. Время от времени, например раз в месяц, следует выдувать пыль, проникшую внутрь, открывая для этого заднюю стенку приемника.

Особенно большое внимание надо уделить источникам питания, так как именно в них чаще всего бывают неполадки, нарушающие нормальную работу приемника. Поэтому уже при покупке батарей для питания радиоприемника надо обратить внимание на их свежесть: дата выпуска батарей (она указывается на этикетке) не должна превышать двух-трехмесячной давности.

Гальванические батареи и особенно аккумуляторы не рекомендуется устанавливать в непосредственной близости от приемника. Лучше всего располагать их на полочке под столом, на котором стоит приемник. Чтобы батареи работали как можно дольше, они должны находиться в сухом прохладном месте. Влажность может вызвать усиленный саморазряд, а чрезмерное нагревание дает преждевременное высыхание батарей. В элементах с воздушной деполяризацией специальные отверстия для воздуха должны быть открыты, в них ничего не следует наливать. Включать батареи надо весьма внимательно, чтобы не перепутать полюсы и не замкнуть случайно полюсы батареи накоротко. Короткое замыкание даже на весьма небольшое время сильно сокращает срок службы батарей.

Если батарея накала состоит из двух или большего числа параллельных групп, то на время перерыва в работе приемника желательно разъединять друг от друга эти параллельные группы (достаточно отсоединить один полюс у каждой группы или разомкнуть соединение элементов друг с другом внутри каждой группы), так как при некоторой небольшой разнице в напряжении этих параллельных групп будет получаться разряд групп, имеющих большее напряжение, на группы с меньшим напряжением.

Рекомендуется всегда работать с пониженным напряжением. В целях экономии питания желательно подобрать наиболее низкое напряжение накала и анода, при котором приемник все же может хорошо работать. Уменьшение накала не только увеличивает срок службы батареи накала, так как при меньшем напряжении накала меньше будет ток, которым разряжается батарея, но и значительно увеличивает продолжительность работы ламп приемника.

В современных приемниках реостата накала ламп нет. Поэтому для подбора более пониженного накала необходимо включать последовательно в один из проводов батареи накала реостат с сопротивлением в 2—3 *ом*. За неимением реостата можно включить кусок какой-либо проволоки, обладающей большим сопротивлением, например от сгоревшей электроплитки. В крайнем случае можно взять стальную проволочку толщиной 0,2—0,3 *мм* (например, одну жилку от полевого телефонного кабеля). Один метр этой проволочки имеет сопротивление, достаточное для того, чтобы поглотить 0,5—1 *в* напряжения. Изменяя длину такой проволочки, подбирают наиболее экономичный накал ламп. Чтобы проволочка не висела в воздухе и не могла создать короткого замыкания, ее следует намотать на кусок фанеры или на деревянную палочку.

Пониженное анодное напряжение можно подобрать легко, так как анодные батареи имеют обычно отводы от различных напряжений. Поэтому следует подобрать такое включение некоторой части анодных батарей, чтобы анодное напряжение, подаваемое на приемник, было наименьшим, но достаточным для работы приемника. Тогда в запасе останется часть анодной батареи, которая может быть включена в дальнейшем, когда батарея уже значительно разрядится.

Если батарея накала сильно разрядилась, то обычно получается следующее явление. Сразу после включения питания приемник работает, но слышимость быстро ослабевает и затем совсем затихает. В этом случае необходимо заменить батарею накала. Разрядившаяся или высохшая анодная батарея создает иногда либо треск и шорох, либо писк и вой в громкоговорителе. Треск от батареи не следует, конечно, путать с атмосферными помехами. Для выяснения причин треска достаточно отсоединить антенну. Если треск останется, то, очевидно, что он возникает в батарее (реже причиной его может быть плохой контакт или испортившееся сопротивление в схеме самого приемника).

Батарею, дающую треск, следует заменить. Писк и вой могут получаться из-за того, что у высохшей разряженной батареи сильно возрастает собственное внутреннее сопротивление и за счет этого в приемнике возникает так называемая паразитная генерация. Часто можно уничтожить эту генерацию подключением к батарее конденсатора возможно боль-

шей емкости, например электролитического на 10—25 *мкф*. Такой конденсатор снижает также и треск. Но все же появление писка от батареи свидетельствует о том, что ее надо заменить.

Если приемник стал плохо работать или совсем замолчал, прежде всего причину надо искать в источниках питания, а затем в электронных лампах. В большинстве случаев, если приемнику подается нормальное питание, ухудшение звучания или прекращение его работы объясняется неисправностями в лампах. Срок службы их при нормальном накале достаточно велик и составляет не менее 500 часов непрерывной работы. Как уже говорилось выше, этот срок значительно увеличивается, если лампы будут работать с недокалом. Все же рано или поздно одна из ламп может уменьшить или совсем потерять эмиссию, а у неполноценной лампы это происходит обычно гораздо раньше окончания нормального срока службы.

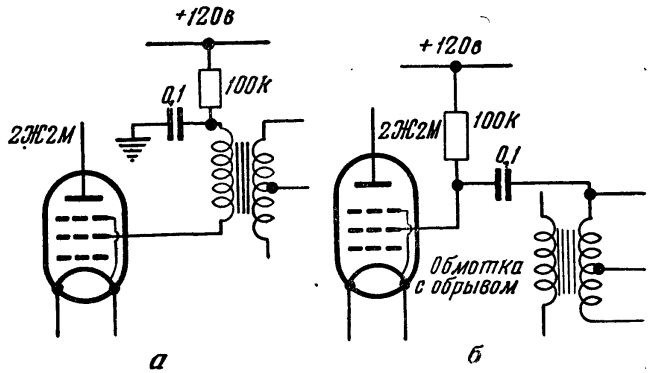


Рис. 8-13. Включение междулампового трансформатора у приемника «Родина»: *а* — до переделки; *б* — после переделки

Для проверки исправности ламп следует иметь комплект запасных ламп. Заменяя ими поочередно лампы, работающие в приемнике, обнаруживают, какая из них потеряла эмиссию. Довольно часто бывает плохой контакт одного из штырьков какой-либо лампы в ламповой панели, из-за чего приемник совсем не работает или плохо работает. Это легко обнаружить, осторожно пошатывая лампы в гнездах.

Следует помнить, что слабым местом у ламп старых типов является соединение баллона с цоколем. Очень часто бывают случаи отрыва баллона от цоколя, а также отрыва верхнего колпачка от баллона. Поэтому вставлять и вынимать лампы нужно очень осторожно, держа их обязательно за цоколь, а не за баллон. Чтобы соединить оторванный баллон с цоко-

лем, следует вокруг них намотать в несколько слоев бумажную ленту, смазанную клеем.

Весьма распространенной неисправностью в старых типах приемника «Родина» является обрыв первичной обмотки междулампового трансформатора. Устранить ее без перемотки трансформатора можно путем небольшого пересоединения, показанного на рис. 8-13. На нем изображена схема включения трансформатора до переделки и после нее. В приемнике «Родина-47» для устранения причины, вызывающей подобную неисправность, первичная обмотка включена через конденсатор, так что постоянный анодный ток через нее не проходит.

Довольно часто неисправности бывают в громкоговорителе. Самой уязвимой частью громкоговорителя является бумажный диффузор. Следует оберегать его от разрывов и других механических повреждений. Громкоговоритель с порванным или помятым диффузором работает очень плохо. Если громкоговоритель имеет регулировочный винт (например, «Рекорд»), то не следует пытаться использовать его для регулировки громкости. Этот винт должен быть отрегулирован один раз для получения чистой передачи без дребезжания, а затем его больше почти никогда не приходится регулировать.

Чтобы магниты телефона не размагничивались, во всех случаях, когда телефон включается в цепь постоянного тока, например в анодную цепь лампы, необходимо соблюдать полярность. На вилке телефонов обычно указаны полюсы. Они также указываются и на гнездах, предназначенных для включения телефонов в приемнике.

Нередко в шнуре или в вилке телефона или громкоговорителя бывает обрыв или плохой контакт. Обычно это обнаруживается по прерыванию слышимости и по треску при каждом движении шнура. Плохой контакт в вилке легко исправить, а оборванный шнур необходимо заменить.

В антенном устройстве также могут быть неисправности. Касание крыши голым проводом антенны при качании ее ветром создает сильный треск. Если же снижение антенны сделано из провода с резиновой изоляцией, то иногда провод может от качания обломаться, а оставшаяся изоляция будет создавать видимость целого провода. Антенна окажется отключенной большей своей частью от приемника, и прием будет слабым. Если антенна плохо изолирована от земли, может получиться значительная утечка токов в землю, особенно в сырую, дождливую погоду, и прием будет плохим. Высыхание почвы у заземления также может быть причиной уменьшения громкости приема.

Вообще следует периодически проверять антенну, следить, чтобы она не провисала. Зимой ее нужно очищать от льда, не допускать скопления льда на изоляторах антенны. Летом следует проверять целость и надежность заземления.

Необходимо учитывать, что условия распространения радиоволн сильно меняются. Могут быть дни, когда слышимость радиостанций, особенно дальних, будет плохая. Иногда во время так называемых магнитных бурь наблюдается даже полное пропадание слышимости на некоторых диапазонах, например на коротких волнах. Не следует поэтому делать поспешных заключений о неисправности приемника или истощении батарей. Надо проследить, какова будет слышимость, по крайней мере, еще в течение следующих одного-двух дней, или сравнить работу данного приемника с другим и тогда уже решать вопрос о причинах ухудшения работы приемника.

Многие радиолюбители, не желая утруждать себя установкой наружной антенны, применяют комнатную антенну или так называемую суррогатную антенну, т. е. используют в качестве антенны какие-либо металлические предметы, например железную крышу.

Современные ламповые приемники действительно могут принимать довольно удаленные радиостанции на такие комнатные или суррогатные антенны, но все же для получения лучших результатов следует установить нормальную наружную антенну. Для лампового приемника такая антенна может быть сделана меньших размеров, чем для детекторного. С наружной антенной чувствительность приемника резко повышается и получается значительно более громкий прием. Поэтому не следует жалеть времени и средств на установку наружной антенны.

СЕТЕВЫЕ ПРИЕМНИКИ

В нашей стране широко развернулась электрификация сельских местностей и во многих селах уже имеется электрическая сеть переменного тока. Программа электрификации страны, намеченная в семилетнем плане, предусматривает рост выработки электроэнергии с 233 млрд. киловатт-часов в 1958 году до 500—520 млрд. киловатт-часов в 1965 году. В стране будут введены в действие новые крупные электростанции на общую мощность 58—60 млн. киловатт. Чтобы представить себе всю грандиозность плана электрификации за семилетку, достаточно сказать, что за все годы Советской власти общая мощность электростанций выросла до 52 млн. киловатт.

Семилетним планом намечалось увеличить потребление электроэнергии в сельском хозяйстве примерно в четыре раза. Позднее признано необходимым значительно увеличить на 1961—1965 гг. объем капитальных вложений для электрификации сельского хозяйства. Естественно, что новыми, невиданными темпами будет развиваться и электрификация села. Поэтому с каждым годом будет увеличиваться на селе число сетевых радиоприемников.

Ниже дается краткое описание наиболее распространенных массовых сетевых приемников, выпускаемых нашей промышленностью. Все они рассчитаны на питание от сети переменного тока с напряжением 110, 127 или 220 *в*. Количество ламп указывается без выпрямителей.

Приемник «Заря»

«Заря» — трехламповый супергетеродин, предназначенный для приема радиовещательных станций, работающих в диапазоне длинных (200—723 *м*) и средних (577—187 *м*)

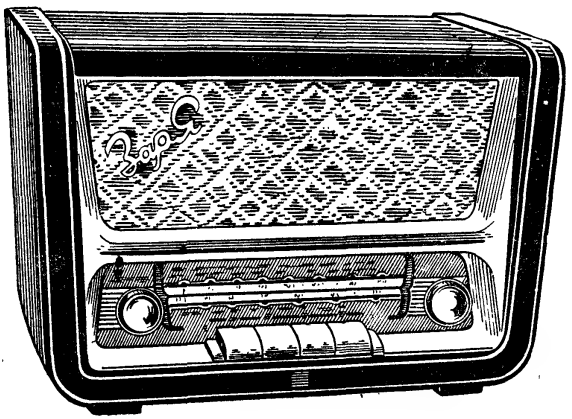


Рис. 8-14. Внешний вид приемника «Заря»

волн, а также для воспроизведения граммофонной записи от проигрывателя. Внешний вид приемника показан на рис. 8-14, принципиальная схема — на рис. 8-15.

В приемнике три каскада: преобразователь частоты на лампе 6И1П, усилитель промежуточной частоты (гептодная часть лампы) и предварительный усилитель низкой частоты (триодная ее часть) на лампе 6И1П и оконечный усилитель на лампе 6П14П. Промежуточная частота 465 *кгц*.

В качестве детектора для автоматической регулировки усиления (АРУ) использован полупроводниковый диод Д2-Д.

Оконечный каскад охвачен отрицательной обратной связью. Выпрямитель приемника собран по однополупериодной автотрансформаторной схеме на полупроводниковых диодах типа ДГ-Ц27.

Переключатель приемника имеет четыре клавиши, которыми осуществляется выключение, переключение на диапазоны длинных и средних волн или подключение звукоснимателя

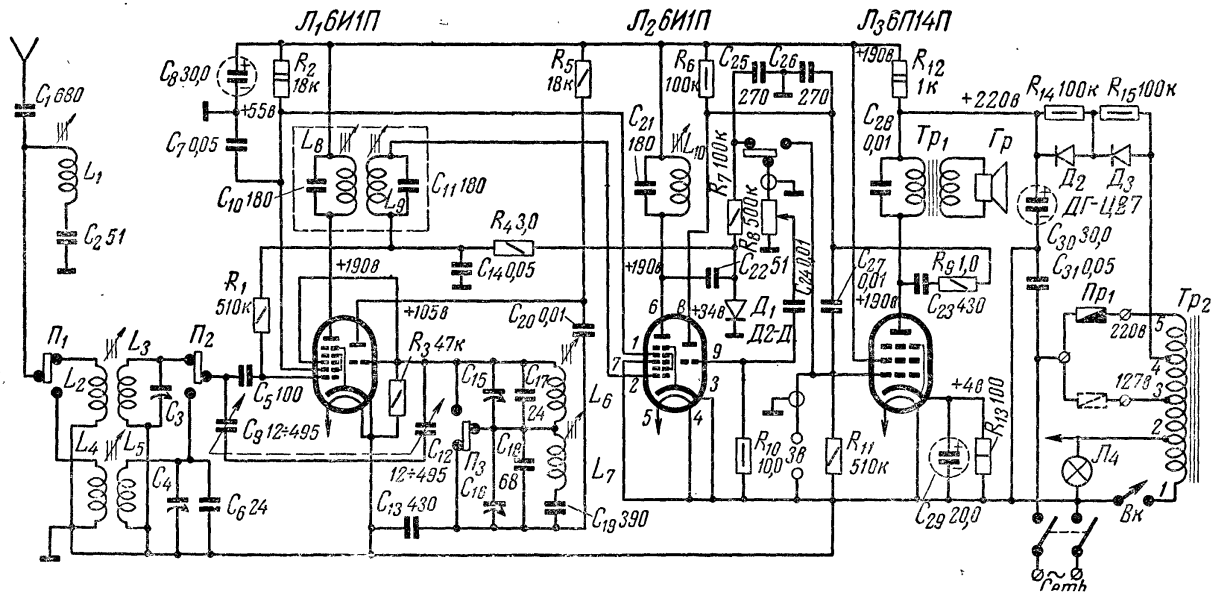


Рис. 8-15. Принципиальная схема приемника «Заря»

к усилителю низкой частоты (одновременно с включением приемника).

Для безопасности работы с приемником цепь питания снабжена блокировкой, отключающей напряжение сети при снятии задней стенки приемника. В приемнике используется громкоговоритель типа 1ГД-9.

Выходная мощность приемника 0,5 *вт*, потребляемая мощность 30 *вт*. Размеры приемника 290×208×160 *мм*. Вес 4 *кг*.

Приемник «Стрела»

Имеет те же диапазоны и лампы, что и приемник «Заря». Внешний вид показан на рис. 8-16. Принципиальная схема, которая значительно отличается от схемы приемника «Заря», приводится на рис. 8-17.

Связь с антенной — внутриемкостная, за счет конденсатора C_3, включенного последовательно во входной контур.

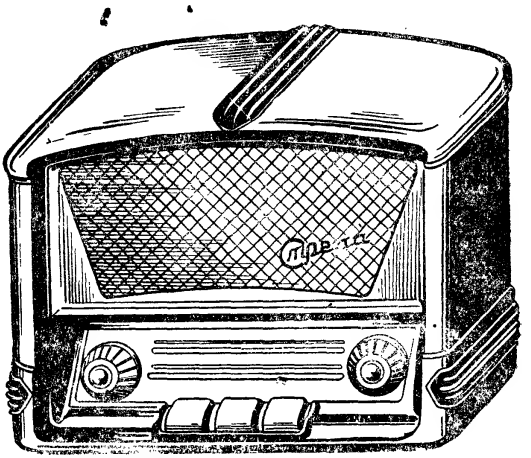


Рис. 8-16. Внешний вид приемника «Стрела»

Первые три каскада такие, же как и у «Зари». Четвертый каскад — выпрямительный, на кенотроне 6Ц4П. Он собран по однополупериодной схеме с применением силового трансформатора для того, чтобы сеть переменного тока не была соединена с шасси.

Детектор сигнала и АРУ — полупроводниковый, типа ДГ-Ц6 или Д2-Д. Переключатель приемника имеет три клавиши: выключатель, длинные волны («ДВ») и средние волны («СВ»). Для подключения служат гнезда звукоснимателя «Зв». При этом замыкаются входные катушки и тогда исклю-

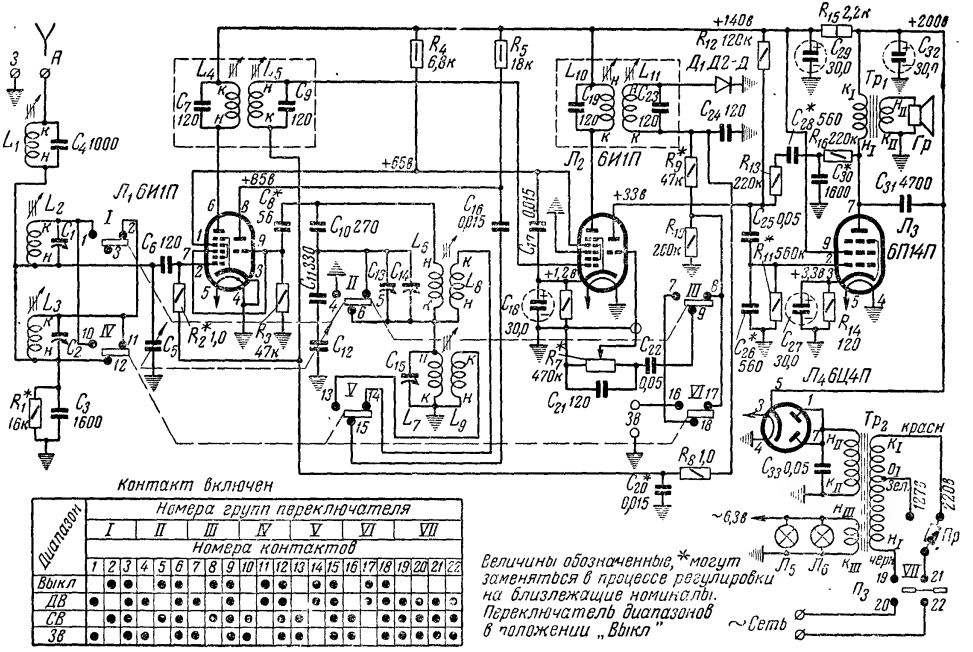


Рис. 8-17. Принципиальная схема приемника «Стрела»

чаются помехи воспризведению грамзаписи, если приемник настроен на какую-либо станцию.

Выходная мощность 0,5 *вт*, потребляемая — 40 *вт*. Размеры приемника 270×210×160 *мм*. Вес 4,2 *кг*.

«Заря» и «Стрела» являются приемниками четвертого класса.

Простота эксплуатации, портативность этих приемников при красивом внешнем оформлении делают их наиболее массовыми и дешевыми радиоприемниками в нашей стране.

Радиола «Юность»

Новой моделью среди сетевых радиоприемников третьего класса является радиола «Юность», внешний вид которой показан на рис. 8-18. Она представляет собой трехламповый супергетеродин, собранный вместе с универсальным электропроигрывателем в ящике, имитированном под ценные породы дерева.

В радиоле используются те же лампы, что и в радио-

Рис. 8-18. Внешний вид радиолы «Юность»

приемнике «Заря»: 6И1П, 6И1П и 6П14П. В качестве детектора используется полупроводниковый диод ДГ-Ц14.

Радиола предназначена для приема радиовещательных станций в диапазонах длинных (2000—722 *м*), средних (577—187,5 *м*) и коротких (75,9—24,8 *м*) волн, а также для проигрывания граммофонных пластинок на трехскоростном электропроигрывателе (33,45 и 78 *об/мин*). Граммофонный двигатель имеет самопуск и автостоп.

Радиола имеет клавишный переключатель диапазонов, автоматическую регулировку усиления, плавную регулировку тембра и громкости. Громкоговоритель 1ГД-9.

Питание осуществляется от селенового выпрямителя АВС-80-260. Выходная мощность радиолы 0,75 *вт*. Потребляемая мощность при проигрывании пластинок 50 *вт*, а во время радиоприема 35 *вт*. Размеры радиолы 300×340××450 *мм*. Вес 12 *кг*.

Приемники и радиолы «Рекорд»

Супергетеродинные радиоприемники «Рекорд» и «Рекорд-47» первых выпусков работали от сети как постоянного, так и переменного тока с напряжением 110—127 или 220 *в*.

Эта универсальность питания являлась отличительной особенностью схемы обоих приемников. Они имели следующие каскады: преобразователь частоты (гептод 6А8 в «Рекорде» и 6А7 в «Рекорде-47»); усилитель промежуточной частоты (пентод 6К7); детектор и усилитель низкой частоты (двойной диод-триод 6Г7); оконечный усилитель низкой частоты (лучевой тетрод 30П1С или 25П1С).

Силовой трансформатор в схеме отсутствовал. Напряжение сети подавалось прямо на кенотрон (лампа 30Ц6С) и после выпрямления и фильтрации — на аноды ламп; напряжение сети подавалось также непосредственно на нити ламп, соединенные последовательно.

Лампы 30П1С и 30Ц6С специально предназначались для приемников с универсальным питанием. Они имели повышенное напряжение накала (30 *в*). Для накала всех ламп требовалось напряжение примерно в 74 *в*. В схеме имелось специальное сопротивление, поглощавшее остальное напряжение сети.

Ввиду того что шасси приемника находилось под напряжением, присоединять к нему заземление не допускалось. Основным недостатком, свойственным этим приемникам, был частый выход из строя оконечной лампы.

Поэтому в последующих моделях «Рекордов» была существенно изменена электрическая часть. В первую очередь изменилась система питания. Последующие модели рассчитаны на питание только от сети переменного тока.

Дальнейшей модернизацией приемника «Рекорд-47» был «Рекорд-52». Приемник имел три диапазона: длинные волны 2000—750 *м* (150—415 *кгц*), средние волны 577—187 *м* (520—1600 *кгц*) и короткие волны 75,9—24,8 *м* (3,95—12,1 *Мгц*).

Промежуточная частота 465 *кгц*. Выходная мощность приемника 0,5 *вт*. В отличие от приемника «Рекорд-47», все лампы были заменены другими, кроме первой. Преобразователь частоты на лампе 6А7, усилитель промежуточной ча-

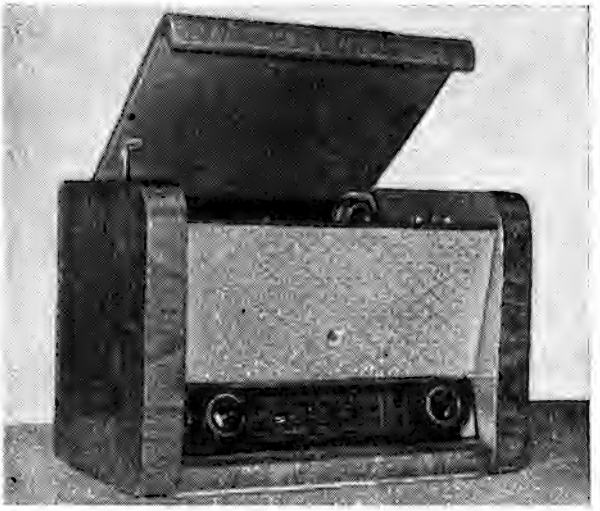


Рис. 8-19. Внешний вид радиолы «Рекорд-60»

стоты на лампе 6К3, детектор АРУ и предварительный усилитель низкой частоты на лампе 6Г2, оконечный каскад на лампе 6П6С и выпрямитель на лампе 6Ц5С. Для связи с сетью использовался автотрансформатор и поэтому нити накала всех ламп соединялись обычным образом — параллельно.

Следующими моделями были «Рекорд-53» и «Рекорд-53М». От приемника «Рекорд-52» новые модели отличались в основном внешним оформлением.

В схему приемника «Рекорд-53М» были внесены незначительные изменения, но существенной переработке подверглась силовая часть приемника, где вместо автотрансформатора использован трансформатор.

В этих приемниках работает один громкоговоритель ти-

па 1ГД-5. Обе вышеуказанные модели имеют размеры 440×
×270×200 *мм*. Вес 5,8 *кг*.

Приемники «Рекорд» выпускались и в радиольном оформлении.

Схемы радиол не отличаются от схем соответствующих моделей приемников. Основной особенностью радиол «Рекорд-53» и «Рекорд-53М» по сравнению с радиолой «Рекорд-52» является наличие двухскоростного электропроигрывателя и возможность проигрывания как обычных, так и долгоиграющих грампластинок.

Последней моделью радиол этого типа является радиола «Рекорд-60» (рис. 8-19).

В ней, как и в предыдущих моделях, четыре основные лампы, но добавлена пятая — оптический индикатор настройки. Диапазоны те же, основные каскады приемника радиолы такие же, как в «Рекорде-52». В радиоле «Рекорд-60» работают лампы 6А1ОС, 6К3, 6Г2, 6П6С и 6Е5С. Кенотрон в выпрямителе заменен селеновым столбиком АВС-80-260. В радиоле используется универсальный электропроигрыватель типа ЭПУ-5М. Громкоговоритель — типа 1ГД-5. Выходная мощность радиолы 0,5 *вт*. Размеры 440×319×280 *мм*. Вес 11,6 *кг*.

Приемник «Байкал», радиола «Даугава» и другие

Теперь мы переходим к обзору приемников второго класса. Этот класс имеет разнообразные модели, которые в основном разработаны в последние годы. Достаточно хорошая чувствительность, высокая избирательность, отличное звучание и красивый внешний вид этих радиоприемников завоевали им широкую популярность.

В большинстве своем это — семи- или шестиламповые супергетеродины, к числу которых относятся такие, как «Байкал», «Донец», «Маяк», «Обь», «Октава-58», «Харьков», «Даугава» и «Муромец». Они почти однотипны и одинаковы в цене (71 р. 50 к.). Небольшая разница в стоимости «Маяка» (76 р. 50 к.) объясняется только качеством внешней отделки.

В этих приемниках в отличие от ранее выпускавшихся вместо металлических ламп использованы новые лампы пальчиковой серии. Применение их повышает чувствительность и другие электрические свойства приемников, одновременно уменьшая размеры аппаратуры. Эти приемники можно по праву назвать всеволновыми, так как, кроме обычных диапазонов для приема радиостанций, работающих на длинных, средних и коротких волнах с амплитудной модуляцией, в них имеется диапазон для приема ультракоротких волн с частотной модуляцией. Все приемники имеют клавишные переклю-

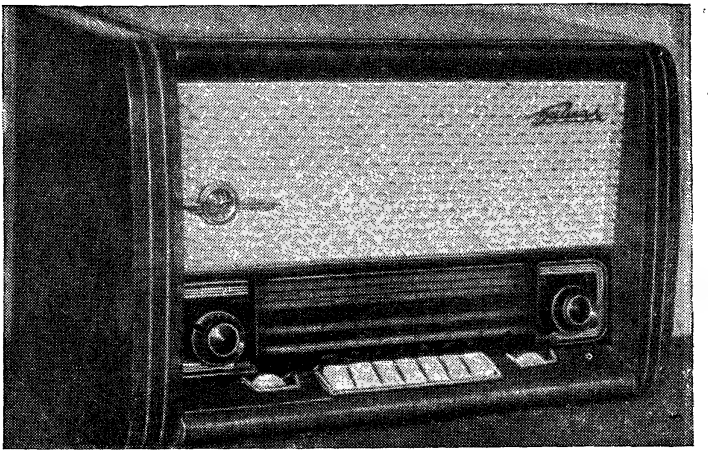


Рис. 8-20. Внешний вид приемника «Байкал»

чатели, раздельную регулировку тембра по низшим и высшим частотам.

В радиолах применяются универсальные двухскоростные проигрыватели для воспроизведения граммофонной записи обычных и долгоиграющих пластинок. В проигрывателях применяются пьезоэлектрические звукосниматели с поворотными головками и корундовыми иглами.

Рассмотрим один радиоприемник и одну радиолу из этой серии.

Радиоприемник «Байкал» — семиламповый супергетеродин. Он позволяет производить прием радиовещательных станций с амплитудной модуляцией в диапазонах длинных волн от 2000 до 723 *м* (150—415 *кгц*), средних — 577—187 *м* (520—1600 *кгц*), коротких на двух поддиапазонах — 75,9—40 *м* (3,95—7,5 *Мгц*) и 36,3—24,8 *м* (8,5—12 *Мгц*) и с частотной модуляцией в УКВ диапазоне 4,66—4,11 *м* (64,5—73 *Мгц*). Внешний вид приемника показан на рис. 8-20.

В приемнике используются лампы: 6Н3П (усилитель высокой частоты и преобразователь частоты для УКВ диапазона); 6И1П (усилитель промежуточной частоты для УКВ диапазона и преобразователь частоты для других диапазонов); 6К4П (усилитель промежуточной частоты для всех диапазонов); 6Х2П (детектор); 6Н2П (предварительный двухкаскадный усилитель низкой частоты); 6П14П (оконечный усилитель) и 6Е5С (оптический индикатор настройки).

Приемник имеет оптический индикатор настройки на лампе 6Е5С, раздельную регулировук тембра по низшим и высшим звуковым частотам и автоматическую регулировку усиления. УКВ станции принимаются на внутренний диполь. Громкоговорителей два, типа 1ГД-5.

Выходная мощность 2 *вт*. Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 *в*. Выпрямитель селеновый, работает по двухполупериодной мостовой схеме. Потребляемая мощность приемника 55 *вт*, радиолы этого же типа — 68 *вт*. Размеры радиоприемника 510×325×280 *мм*, радиолы 520×365×358 *мм*. Вес приемника 14 *кг*.

«Даугава» — радиола, которая состоит из шестилампового супергетеродинного приемника и универсального проигрывателя. Отличается от радиол других типов тем, что проигрывающее устройство располагается не под верхней крышкой ящика, а в нижней его части.

Шкала приемника откидная. При ее поднятии открывается нижний отсек, где находится проигрыватель, и зажигается лампочка для освещения отсека.

Внешний вид радиолы этого типа показан на рис. 8-21.

Диапазон принимаемых частот приемника: длинные волны 150—415 *кгц* (2000—723 *м*), средние волны 520—1600 *кгц* (577—187 *м*), короткие волны I : 9,0 — 12,1 *Мгц* (33,3—24,8 *м*),

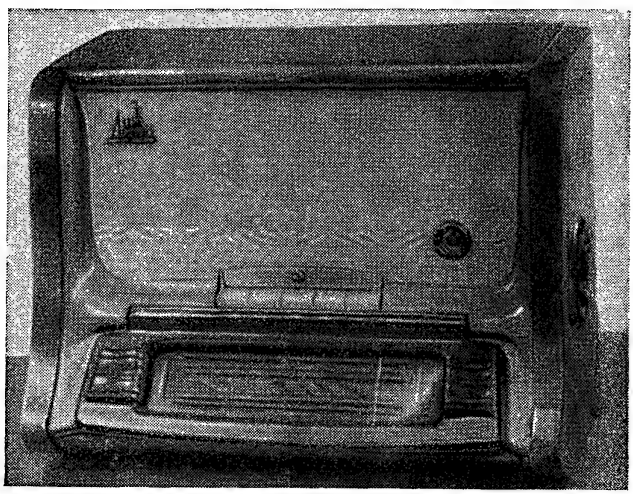


Рис. 8-21. Внешний вид радиолы типа «Даугава», «Аврора», «Иртыш» и «Исеть»

короткие волны II: 3,95—7,5 *Мгц* (75,9—40 *м*). Промежуточная частота 465 *кгц*.

В приемнике радиолы используются лампы: 6А7 (преобразователь частоты); 6Б8С (усилитель промежуточной частоты, детектор и автоматическая регулировка усиления); 6Н9С (двухкаскадный предварительный усилитель низкой частоты); 6П3С (оконечный усилитель) и 5Ц4С (кенотрон).

В приемнике имеется переключение на прием местных радиостанций. Оно осуществляется вытягиванием на себя ручки настройки. Прием местных радиостанций может вестись при значительно сниженной чувствительности.

Ручки управления приемником расположены на боковых стенках. Переключатель рода работы — клавишный, расположен над шкалой.

Громкоговоритель один, типа 3ГД-2-РРЗ. Выходная мощность 2 *вт*. Потребляемая мощность при радиоприеме 75 *вт*, при прослушивании грампластинок — 85 *вт*.

Размеры радиолы 535×316×400 *мм*. Вес 21 *кг*.

По такой же электрической схеме, конструкции и внешнему оформлению выпускаются радиолы «Аврора», «Иртыш» и «Исеть».

«Рассвет» — приемники и радиолы с часовым механизмом

На ряде радиозаводов начат выпуск радиоприемников с очень полезной автоматикой, давно уже предложенной радиолюбителями.

Первые приемники и радиолы такого типа называются «Рассвет». На лицевой стороне футляра этих аппаратов вмонтированы часы, снабженные механизмом, автоматически включающим приемник (или радиолу) в любое заданное время. На прямоугольном циферблате часов, имеющих двухнедельный завод, расположены еще два небольших круглых циферблата. На одном из них (левом) устанавливается время включения, а на другом — выключения приемника. Установка времени включения и выключения производится ручками, расположенными около циферблатов. Над каждой ручкой есть стрелка, показывающая направление ее вращения.

Внешний вид радиоприемника и радиолы «Рассвет» показан на рис. 8-22. Циферблаты проградуированы на 24 часа с интервалом между рисками в 12 мин. Кроме автоматического, предусмотрена возможность ручного включения кнопкой, расположенной рядом с основным циферблатом, а также ручного выключения с помощью клавиши.

Параметры приемника и радиолы «Рассвет» в общем аналогичны приемнику и радиоле «Байкал». Вес приемника

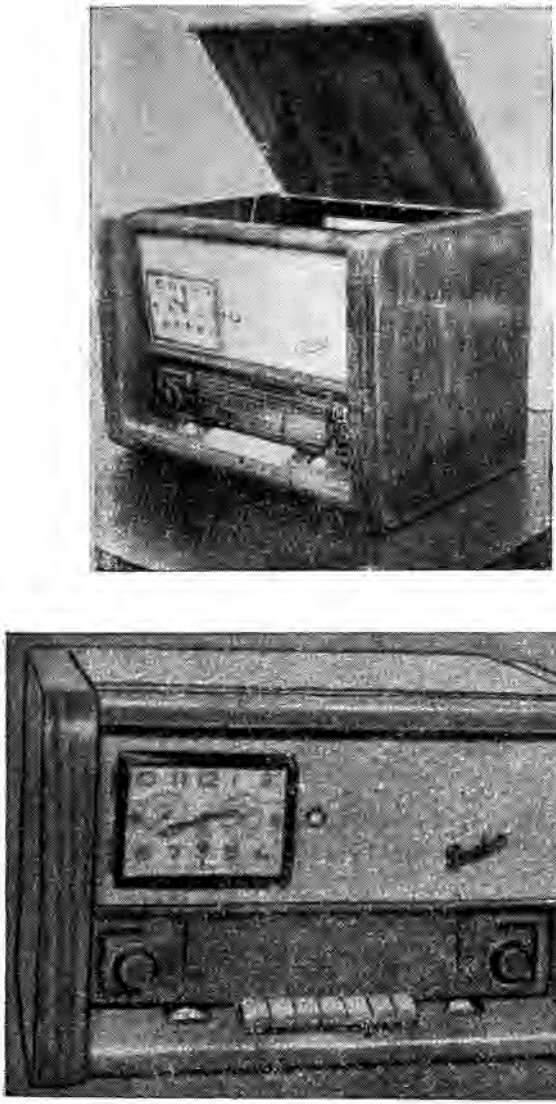


Рис. 8-22. Внешний вид радиолы (наверху) и радиоприемника «Рассвет» (внизу), имеющих механизм для автоматического включения и выключения в заданное время

12 *кг*, радиолы — 18 *кг*. Габариты соответственно 510×330×
×300 *мм* и 520×340×370 *мм*. Цена приемника «Рассвет» 96 р. 50 к., радиолы — 116 р. 50 к.

ПРОСТЕЙШИЕ НЕИСПРАВНОСТИ В СЕТЕВЫХ ПРИЕМНИКАХ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

При первоначальном включении приемника прежде всего надо внимательно изучить инструкцию по обращению с ним и особое внимание обратить на то, чтобы имеющееся в каждом приемнике переключение на различные напряжения сети (127 или 220 *в*) было сделано в соответствии с фактическим напряжением сети в данном месте. Как известно, в городах в большинстве случаев напряжение сети составляет 127 *в*, а в пригородах и в сельской местности оно, как правило, бывает 220 *в*.

Перед включением приемника необходимо также осмотреть правильность и надежность включения ламп. Иногда лампы могут неплотно стоять в своих гнездах. Это особенно часто бывает после переноски и перевозки приемника.

Для современного лампового приемника может подойти любая антенна, в частности комнатная, сделанная из нескольких метров провода. Однако такая антенна значительно хуже, чем наружная. Прием на электрическую сеть вместо антенны обычно бывает еще слабее.

Неисправности в сетевых приемниках могут быть весьма разнообразны. Некоторые неполадки настолько просты, что их можно найти и устранить очень быстро и без особого труда, а другие бывают так сложны, что даже опытный радиоспециалист вынужден потратить много времени, чтобы определить их причины.

Самостоятельное устранение неисправностей следует предпринимать лишь после истечения гарантийного срока.

Большинство неисправностей в приемниках происходит в цепях питания, так как в них токи и напряжения имеют наибольшую величину по сравнению с напряжениями и токами в других цепях. Значительные токи создают нагрев различных проводов и деталей и могут вызвать их перегорание или нарушение контакта в местах соединения. Высокие напряжения дают иногда пробой изоляции в тех или иных частях схемы.

Нередко бывает, что приемник, работавший некоторое время вполне исправно, вдруг замолкает, причем освещение шкалы погасает и накала у ламп нет. Отсутствие накала у стеклянных ламп можно обнаружить на глаз, а металлические лампы будут холодными на ощупь. В таком случае ясно, что имеется разрыв цепи где-то в проводах, подводящих питание от осветительной сети к приемнику.

Прежде всего нужно проверить наличие напряжения в той штепсельной розетке, в которую включен приемник. Для этого следует попробовать включить в эту розетку настольную лампу или какой-либо другой электрический прибор. Можно также включить приемник в другой штепсель. Если таким способом будет установлено, что в штепселе нет напряжения, то в большинстве случаев оказывается, что в нем неисправен предохранитель: он либо сгорел, либо имеет плохой контакт. Иногда разрыв цепи может быть в месте присоединения проводов к контактам штепселя. Для устранения этого дефекта приходится отвинчивать штепсель от деревянной розетки.

Ремонт штепселя надо делать, выключив сначала подачу напряжения. Для этой цели нужно вывернуть предохранительные пробки квартирной сети и только после этого приступать к ремонту. Исправлять штепсель при невыключенном напряжении недопустимо, так как может получиться короткое замыкание, при котором возникает большая искра, опасная для глаз. Нужно вообще принять за правило: все испытания и исправления делать при выключенном питании, чтобы не подвергать себя опасности действия высокого напряжения и не создавать возможности для случайных коротких замыканий.

Если штепсель исправен, то следует развинтить и внимательно осмотреть вилку шнура приемника. В ней может быть разрыв цепи в местах присоединения проводов к контактным штырькам. При плохом качестве самого шнура в нем возможен излом провода, который обычно определяется путем тщательного осмотра и прощупывания шнура, особенно около вилки.

Если во всех внешних проводах обрыв не обнаруживается, следует приступить к поискам неисправного места цепи сетевого питания внутри приемника. Всякого рода испытания и исправления в приемнике делают всегда с большой осторожностью, чтобы не повредить его детали и не нарушить монтаж. В частности, необходимо подвижные пластины блока переменных конденсаторов обязательно ввести в неподвижные пластины, чтобы случайно не погнуть их.

Неисправность цепи сетевого питания внутри приемника чаще всего бывает в предохранителе или в выключателе. Ни в коем случае нельзя заменять предохранитель куском проволоки и другими суррогатами, так называемыми «жучками». Это может испортить силовой трансформатор.

К неполадкам в работе приемника, зависящим от сетевого питания, нужно также отнести резкое ухудшение работы приемника в вечерние часы, когда напряжение в сети бывает значительно ниже нормального. Многие радиолюбители и радиослушатели сталкиваются с этим неприятным явлением.

Если в приемнике не предусмотрено переключение на пониженное сетевое напряжение, то единственным выходом из положения в этом случае является питание приемника от сети не непосредственно, а через специальный регулировочный автотрансформатор, позволяющий осуществлять нормальное питание приемника при весьма пониженном напряжении сети. При этом не следует забывать переключать питание приемника на более высокое напряжение, когда с приближением ночи напряжение в сети повышается. Несоблюдение этого правила приводит к перекалу и выходу из строя ламп, а также вызывает иногда пробой конденсаторов или изоляции или перегорание некоторых деталей вследствие недопустимого повышения напряжения и токов в приемнике. Еще лучше приобрести стабилизатор напряжения. Этот прибор поддерживает напряжение автоматически и снимает заботы с его владельца о нормальном питании приемника.

Более сложным является случай, когда приемник неожиданно замолчал, но накал ламп и освещение шкалы не исчезли. Это указывает на исправность сетевого питания, и, следовательно, все поиски, указанные выше, делать не следует. В этом случае может быть много различных причин неисправности приемника. Чаще всего бывает пробой одного из конденсаторов в сглаживающем фильтре выпрямителя. При этом анодное напряжение на лампах становится равным нулю, и приемник, конечно, умолкает. Если в кенотроне наблюдается искрение с голубоватым свечением, то это почти всегда является признаком наличия пробитого фильтрового конденсатора.

Иногда при пробое конденсатора получается перегорание сетевого предохранителя, если он рассчитан на ток лишь немного больше нормального, потребляемого приемником из сети в исправном состоянии.

После выключения напряжения пробитые электролитические конденсаторы часто сами восстанавливают свое нормальное состояние и снова могут исправно работать. Но если после пробоя приемник остается включенным долго, то может выйти из строя пробитый конденсатор или кенотрон, а в приемниках с трансформаторным питанием может перегореть повышающая обмотка силового трансформатора. Поэтому при внезапном прекращении работы приемника следует его немедленно выключить, а затем во время осмотра и отыскания неисправностей включать его при необходимости только на короткое время.

В случае, когда фильтровые конденсаторы целы и высокое анодное напряжение подается на лампы, то очевидно, что все рассмотренные ненормальности не могут иметь места. Наличие высокого напряжения в приемниках, имеющих гнезда для дополнительного громкоговорителя, можно проверить,

соединяя одно из этих гнезд через лампочку (напряжение 220 *в* и мощность 15 *вт*) с металлическим корпусом приемника. При этом лампочка загорается, так как эти гнезда находятся в цепи плюса анодного напряжения, а корпус всегда соединен с минусом.

Когда будет установлено, что анодное напряжение имеется, то причину неисправности следует искать в лампах приемника.

Прежде всего нужно проверить, нет ли нарушения контакта в одной из ламповых панелек. Обычно это обнаруживается при осторожном пошатывании ламп или небольшой перемене их положения в гнездах. Необходимо также иметь запасной комплект проверенных ламп, чтобы можно было пробовать заменять поочередно лампы отдельных каскадов и таким образом найти неисправную лампу. Особенно осторожно следует вынимать из приемника лампы пальчиковой серии. Они не имеют цоколя, а донышко их очень хрупко. Нужно взять лампу двумя пальцами за низ баллона и медленно вытянуть ее наверх.

Иногда в приемнике бывают слышны периодические или непрерывные шорохи и треск. Могут быть две причины этого явления: или в приемнике нарушен какой-то контакт, изменяющий все время свое сопротивление, или где-то недалеко от места установки приемника имеется источник электрических помех — электродвигатель или какая-либо электрическая установка. Для выяснения причины надо отключить антенну от приемника. Если при этом треск исчезает или уменьшается во много раз, то ясно, что приемник исправен. Но если треск остается, значит испорчена какая-то деталь или неверен монтаж приемника. Устранить такую неисправность может только опытный радиолюбитель.

В главе, посвященной налаживанию приемника, рассматривается общий порядок, который применим и для выявления неисправностей в нем. Поэтому мы в заключение остановимся только на некоторых случаях неисправностей у радиол, наблюдаемых при проигрывании грампластинок.

У современных радиол имеется две скорости вращения диска. Если диск вращается на скорости «78» нормально, а на скорости «33» стоит на месте, то неисправность надо искать в механизме переключателя скоростей. Чаще всего соскакивает с ролика резиновый поводок. В этом случае надо снять диск и натянуть поводок на ролик.

Если замечается различная громкость звучания при проигрывании долгоиграющей и обычной пластинок, это указывает на повреждение одной из игл звукоснимателя. В этом случае следует обратиться в радиомастерскую. Менять самостоятельно иглы не рекомендуется. Нельзя применять патефонные иглы — это может привести к порче звукоснимателя.

Здесь рассмотрены только простейшие неисправности. Дальше, в главе десятой будут описаны некоторые несложные приборы, которые помогают самостоятельному устранению неисправностей.

РЕГИСТРАЦИЯ ПРИЕМНИКА

Каждый приобретенный или сделанный самостоятельно приемник надо зарегистрировать в ближайшем почтовом отделении по месту жительства. Закон устанавливает денежный штраф за уклонение от регистрации приемника. В случае переезда в другой город или населенный пункт приемник надо регистрировать вновь. Исключение делается только в случае переезда на дачу на летнее время.

Зарегистрировав приемник или радиолу, следует внести абонементную плату из расчета 30 коп. в месяц. От абонементной платы в СССР освобождаются только слепые.

Глава девятая

УСТРОЙСТВО АНТЕННЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

НАРУЖНЫЕ АНТЕННЫ

Хорошая работа любого приемника в значительной степени зависит от качества антенны. Для детекторного приемника обязательна наружная, т. е. расположенная снаружи здания, антенна достаточной длины и высоты. Ламповый приемник может работать с антенной меньших размеров. Не следует делать чрезмерно высокую антенну, так как она дорога и сложна в установке, больше воспринимает атмосферные помехи и легче может быть сломана при сильном ветре или гололеде. В сельской местности обычно достаточна антенна высотой не более 10—15 *м* от земли.

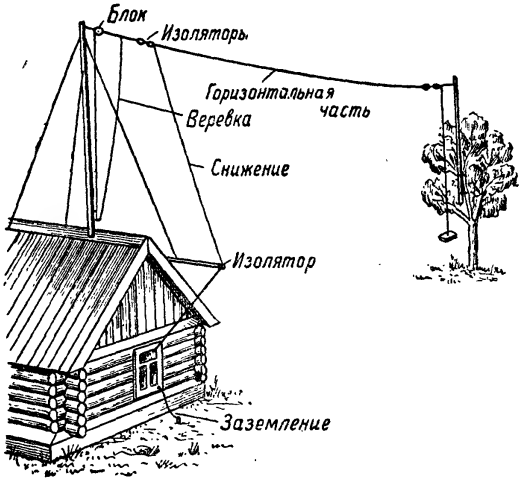


Рис. 9-1. Однолучевая Г-образная антенна

Наилучшей считается так называемая однолучевая Г-образная антенна (рис. 9-1). Ее делают из одиночного провода и по форме она напоминает букву Г, причем угол между горизонтальной частью и вертикальной, называемой снижени-

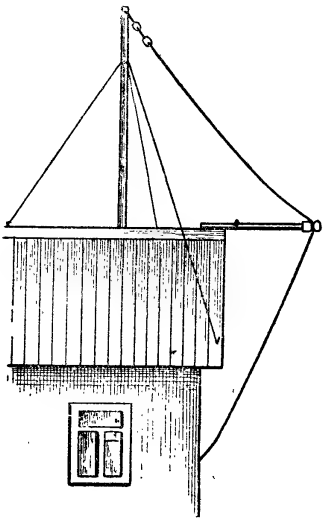


Рис. 9-2. Наклонная антенна

ем, или отводом, желателен прямой или тупой, но не острый. Снижение следует вести по возможности вертикально и кратчайшим путем. Конец горизонтальной части, удаленный от приемника, можно подвесить более высоко. Для лампового приемника длина горизонтальной части достаточна 10—20 *м*, а для детекторного приемника желательно сделать ее до 50—60 *м*. На концах горизонтальной части ставят изоляторы, не допускающие утечки тока из антенны в землю через веревки и шесты, на которых подвешена антенна.

Если приемник расположен посередине между двумя удобными высокорасположенными точками подвеса, можно сделать Т-образную антенну, у которой снижение берется точно от середины горизонтальной части. Если есть только одна высокорасположенная точка подвеса (можно установить только одну мачту), то делают вертикальную или наклонную антенну, не имеющую горизонтальной части (рис. 9-2). Иногда на верхнем конце такой антенны устанавливают пучок проводов (рис. 9-3). Подобную антенну называют метелочной. Однако детекторные приемники с такими антеннами работают плохо. Для переносных приемников в качестве антенны может быть использован провод, заброшенный на дерево, кусты, стог сена и т. д.

ДЕТАЛИ УСТРОЙСТВА АНТЕННЫ

Для антенны применяют голый медный сплошной провод или специальный канатик, свитый из отдельных жилок. В крайнем случае можно использовать стальной провод, лучше оцинкованный, чтобы он не ржавел. Изолированный провод также пригоден, так как изоляция не является препятствием для радиоволн, но он тяжелее и толще, чем голый провод. На изолиро-

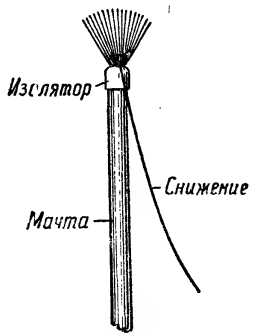


Рис. 9-3. Метелочная антенна

ванном проводе может осесть очень толстый слой инея или льда при гололеде, который вызовет обрыв антенны. Толщина провода удобна от 1 до 2 *мм*. При отсутствии целого провода антенну можно сделать из отдельных кусков, но места скруток надо хорошо спаять.

В качестве изоляторов на концах антенны применяют либо специальные антенные «орешковые» изоляторы, либо фарфоровые ролики, используемые в электропроводке. Обычно для улучшения изоляции ставят два-три изолятора, соединенных друг с другом в цепочку. Орешковые изоляторы или ролики соединяют в цепочку так, чтобы сила натяжения антенны стремилась их раздавить, а не разорвать (рис. 9-4).

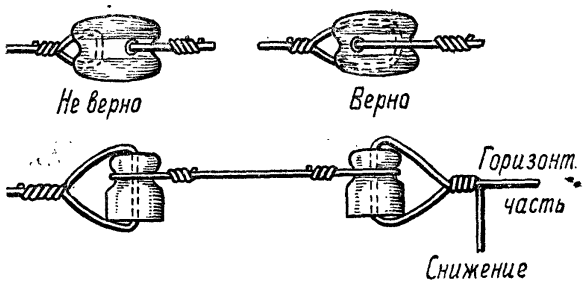


Рис. 9-4. Вязка изоляторов для антенны

Изоляторную цепочку с помощью веревки или проволоки крепят к точке подвеса антенны наглухо, если эта точка легко доступна, или через блок, если эта точка находится в недоступном месте — на верхушке мачты, дерева и т. д. Блоки желательны на обеих точках подвеса для регулировки натяжения антенны и ремонта ее в случае обрыва. Для удобного подъема и опускания антенны веревку, пропущенную через блок, следует вернуть обратно к изоляторам, чтобы она образовала кольцо (рис. 9-1). Если антенна подвешена к дереву, то веревку, пропущенную через блок, не нужно завязывать, так как антенна может оборваться при качании дерева ветром. В этом случае нужно привязать к веревке какой-либо груз, например камень, создающий не слишком большое натяжение антенны.

Мачты (шесты) для антенны выгодно ставить на крыше или привязывать к дереву. На высоких деревьях можно подвесить антенну и без мачт. При установке мачты на крыше удобно поставить ее на конек, чтобы выиграть в высоте. Для этого в нижнем конце мачты делают разрез и мачту надевают разрезом на конек.

Сама мачта должна удерживаться в вертикальном положении оттяжками из стальной проволоки толщиной 1,5—

2,5 *мм*. При высоте мачты до 6 *м* достаточны три оттяжки, закрепленные на верхушке мачты несколько ниже блока. Если же мачта более высокая, а также если она тонкая и непрочная или сделана из двух кусков, то нужны два яруса оттяжек: один верхний, другой от середины мачты или от места соединения двух половинок мачты. Оттяжки надо располагать под углом 120° друг к другу, причем главная оттяжка должна идти в сторону, противоположную антенне. Чем дальше от мачты закреплены оттяжки к каким-либо местным предметам (деревьям, заборам и т. д.), тем прочнее держится мачта. Если таких предметов нет, то для крепления оттяжек необходимо закопать наклонно в землю колья, предварительно прибив к их нижнему концу поперек кусок доски. Не следует натягивать оттяжки слишком туго.

Часто приходится крепить оттяжки к той крыше, на которой установлена мачта. Оттяжки легкой мачты можно крепить в отверстиях, пробитых в закрое двух листов железа (рис. 9-5,*а*), а для более тяжелой мачты нужно применить ко-

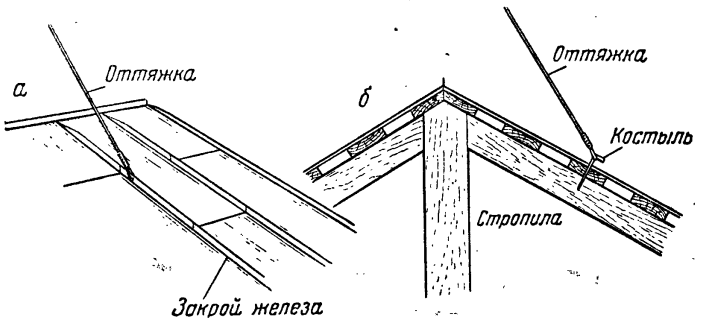


Рис. 9-5. Крепление оттяжек на крыше

стыли, забитые в стропила через крышу (рис. 9-5,*б*). При этом необходимо тщательно замазать и закрасить все дыры, сделанные в железе. Когда нет никаких удобных деревьев или строений для установки мачты, то ее приходится ставить на землю. Для нижнего конца мачты выкапывают небольшую ямку, в которую кладут камень или кусок доски.

Снижение изолируют от крыши и стен. Для этого на краю крыши прибивают палку длиной 1—1,5 *м* с изолятором или цепочкой изоляторов на конце и таким способом оттягивают снижение от крыши. Ввод снижения в окно делают через фарфоровые воронки и втулки, вставленные в раму. В крайнем случае, если их нет, можно сделать ввод в резиновой трубке. Изоляция ввода антенны очень важна во избежание утечек тока в землю через дерево оконной рамы и стены, которые

могут быть сырыми от дождя. Провод антенны, введенный в окно, должен идти кратчайшим путем к приемнику.

Если в одном дворе или в соседних дворах имеется несколько приемников, то антенны для них можно установить коллективно. На рис. 9-6 показана подвеска двух Г-образных

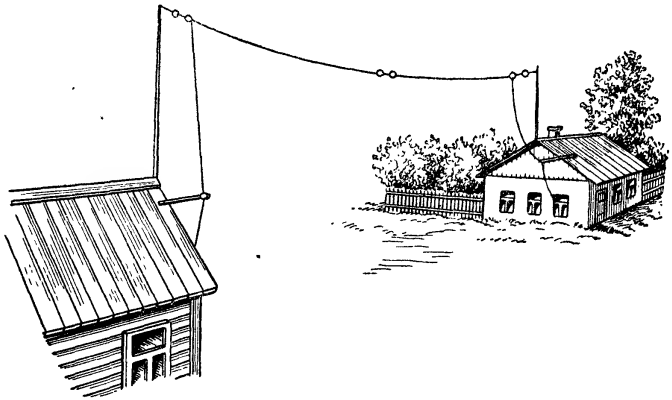


Рис. 9-6. Подвеска двух антенн на двух мачтах вместо четырех

антенн на двух мачтах вместо четырех, а на трех мачтах можно подвесить до шести антенн.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ПРОТИВОВЕС

В приемном устройстве заземление играет двойную роль. Вместе с антенной земля служит для приема радиоволн, так как антенна и земля образуют как бы конденсатор, улавливающий радиоволны. Кроме того, заземление служит для предохранения приемного устройства от грозовых явлений.

В антенне нередко получаются большие электрические заряды. Это бывает во время грозы при прохождении над антенной заряженной электричеством грозовой тучи или при близком ударе молнии. Если антенна будет изолирована от земли, то накопившийся в ней заряд может проскочить в виде искры на землю и повредить приемник или вызвать пожар. Поэтому для всех приемных радиостанций с наружными антеннами существует важное правило: обязательно заземлять антенну при приближении грозы и после окончания приема.

Для быстрого отключения антенны от приемника и соединения ее с землей служит грозовой переключатель, представляющий собой ползунок с двумя контактами или рубильник, включенный по схеме, показанной на рис. 9-7. Когда гроза уже началась, то для большей безопасности переключение

нужно делать не рукой, а палкой. Во время грозы не следует касаться грозового переключателя и проводов антенны и земли. Монтировать грозопереключатель удобнее всего на оконной раме или на стене около окна, чтобы вводы антенны и заземления шли кратчайшим путем к нему. От грозового переключателя к гнездам «Антенна» и «Земля» приемника должны идти провода.

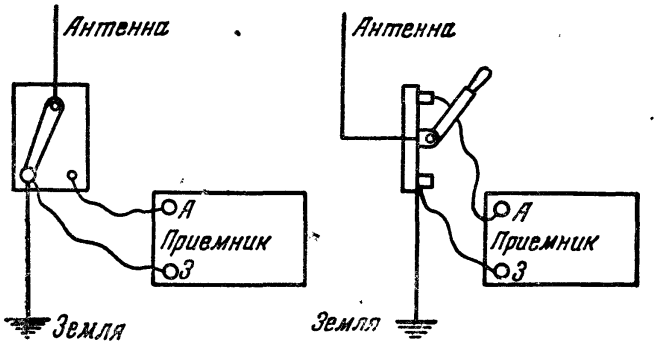


Рис. 9-7. Включение грозового переключателя

Дополнительно к грозовому переключателю применяют также грозовые предохранители в виде небольшого воздушного промежутка примерно в 0,5 *мм* между двумя остриями или зубчатыми пластинками, включенными к антенне и земле (рис. 9-8). Тогда, даже если антенна почему-либо не заземлена, заряд с нее может уходить в землю в виде искр через грозовой предохранитель.

Антенна вовсе не притягивает к себе молнию, как ошибочно думают многие. Молния не обязательно ударяет в самый высокий предмет, так как она распространяется не по прямой линии, а по линии наименьшей электрической прочности воздуха, которая всегда извилиста. Поэтому молния иногда ударяет и в низкие предметы. Заранее предвидеть, куда она ударит, невозможно. Все зависит от состояния воздуха в данный момент над данным местом. Удары молнии в антенну вообще очень редки. Бывают случаи, когда удар молнии не приносит вреда, так как энергия молнии уходит в землю, а иногда благодаря большой величине тока провод антенны и грозовой переключатель сгорают.

Как правило, удар молнии в заземленную антенну менее разрушителен, чем в дом, не имеющий антенны или молниеотвода — специального провода, установленного на крыше и соединенного с землей.

Для устройства заземления под окном, в которое введено снижение антенны, закапывают в яму глубиной примерно 1 *м* какой-либо металлический предмет, лучше оцинкованный, например старое ведро с припаянной к нему проволокой. Еще проще сделать заземление из куска водопроводной трубы, желательно оцинкованной, длиной 1—1,5 *м*. Нижний конец тру-

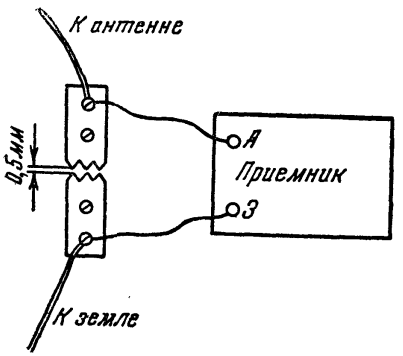


Рис. 9-8. Включение грозового предохранителя

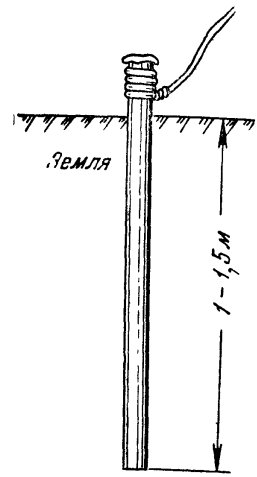


Рис. 9-9. Устройство заземления из трубы

бы расплющивают, а к верхнему концу припаивают провод, затем трубу забивают в землю (рис. 9-9). Для увлажнения земли, особенно во время продолжительной сухой жаркой погоды, полезно в трубу наливать воду. Провод заземления изолировать от стен не надо — его можно просто прибить гвоздями к стене. Хорошее заземление получается, если опустить какой-либо металлический предмет с припаянной к нему проволокой в колодец или какой-нибудь другой водоем, находящийся вблизи места установки приемника.

При очень сухой, например песчаной, почве заземление получается плохим (оно имеет большое сопротивление). В подобных случаях заземление делают только для защиты от грозы, а к приемнику вместо заземления присоединяют противовес. Он представляет собой провод, подвешенный на небольшой высоте под антенной изолированно от земли. В передвижных радиостанциях часто в качестве противовеса применяют изолированный провод, растянутый на земле. Ламповые приемники с питанием от электросети обычно могут хорошо работать

без применения заземления или противовеса. Это объясняется тем, что электросеть соединена с приемником и выполняет роль противовеса.

КОМНАТНЫЕ И СУРРОГАТНЫЕ АНТЕННЫ

Если по каким-либо причинам нельзя установить наружную антенну, то применяют комнатную антенну. Однако такая антенна, как правило, значительно хуже наружной и пригодна лишь для чувствительных ламповых приемников. Кроме того, различные помехи от электрических установок влияют на прием при комнатной антенне гораздо сильнее, чем при наружной антенне.

Комнатная антенна представляет собой изолированный или голый провод, подвешенный под потолком в комнате. Провод, конечно, должен быть изолирован от стены. Конец провода подключают к приемнику. Желательно горизонталь-

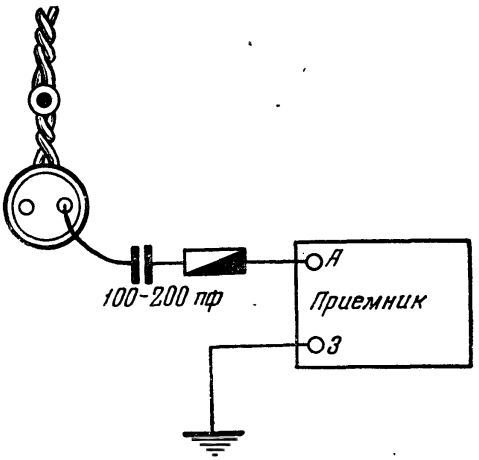


Рис. 9-10. Использование осветительной сети в качестве антенны

ную часть такой антенны сделать по возможности длиннее. Для этого можно растянуть антенну в коридоре или в двух соседних комнатах. Чем выше сама комната и чем выше она расположена в здании, тем лучше работает антенна. Прием будет лучше в здании с деревянными стенами; сырые каменные стены сильно поглощают радиоволны. Можно устанавливать антенну и на чердаке, но только если крыша не железная.

Иногда вместо специальной антенны используют какие-ли-

бо провода, предназначенные совсем для других целей. Такие суррогатные антенны значительно хуже наружных антенн и применяются только для ламповых приемников. Чаще всего в качестве суррогатной антенны используют электросеть. В этом случае гнездо «Антенна» приемника соединяют через конденсатор и предохранитель с одним проводом сети (рис. 9-10). Конденсатор должен иметь емкость 100—200 *пф*. Для тока сети он имеет очень большое сопротивление и практически не пропускает этот ток в приемник. Но зато для токов высокой частоты, возникающих в проводах сети под влиянием радиоволн, сопротивление конденсатора невелико, и эти токи свободно проходят в приемник. Плавкий предохранитель нужен для того, чтобы устранять короткое замыкание сети на землю в случае, если будет пробит конденсатор.

При использовании электрической сети в качестве антенны надо соблюдать осторожность, так как, стоя на земле или сыром полу и коснувшись провода сети, можно получить поражение током. Поэтому конденсатор и провод, идущий от него к сети, следует тщательно изолировать. Необходимо отметить, что применение сети в качестве антенны не сопровождается никаким расходом электроэнергии, так как ток сети не проходит через конденсатор.

Суррогатными антеннами могут быть и другие проводники, например железная крыша на сухом деревянном здании, водосточная труба, железная кровать и т. д. Однако нормальная наружная антенна всегда дает значительно лучшие результаты, чем любая суррогатная антенна.

РАМОЧНАЯ И МАГНИТНАЯ АНТЕННЫ

Помимо рассмотренных выше антенн, на радиостанциях специального назначения иногда применяется рамочная антенна, представляющая собою катушку больших размеров и обладающая свойством направленного приема. Она принимает лучше всего радиоволны, приходящие в направлении вдоль проводов ее витков, а волны, приходящие в направлении под прямым углом к ее проводу, она совсем не принимает. Поворачивая рамочную антенну, можно получить наилучшую слышимость нужной радиостанции и уменьшить помехи от других станций. Направленные свойства рамочной антенны широко используются в радионавигационных устройствах для определения местонахождения и правильного курса следования кораблей и самолетов. Однако рамочная антенна, имея размеры, во много раз меньшие, чем наружная или комнатная антенна, дает гораздо более слабый прием. Поэтому она не получила распространения в практике радиолюбителей.

В последние годы в любительских и промышленных радиоприемниках, особенно в миниатюрных и переносных, успешно

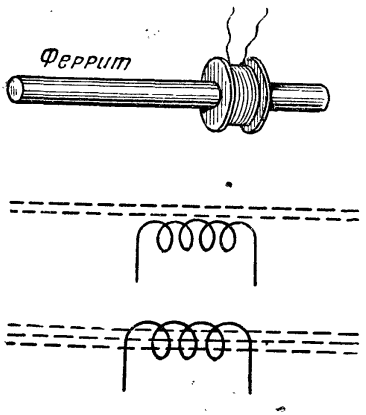


Рис. 9-11. Магнитная антенна

применяется магнитная антенна, являющаяся видоизменением рамочной антенны. Она представляет собой небольшую катушку (иногда в виде нескольких секций) на сравнительно длинном сердечнике, который обычно сделан из специального магнитного материала—феррита (рис. 9-11). Он сильно намагничивается под действием даже очень слабого магнитного поля приходящих радиоволн, а потери энергии в нем гораздо меньше, чем в большинстве других магнитных материалов. Благодаря этим ценным свойствам феррита даже при малых размерах катушки магнитной антенны в ней под действием радиоволн возникает такая же э.д.с., как и в рамочной антенне, гораздо больших размеров.

Сердечник магнитной антенны в большинстве случаев имеет длину от 5 до 30 *см* и площадь поперечного сечения от 0,5 до 1 *см*^{2}. Число витков катушки бывает порядка нескольких десятков. Направленное действие у магнитной антенны такое же, как и у рамочной. Обычно магнитную антенну монтируют внутри самого приемника. Для использования ее направленных свойств миниатюрные приемники поворачивают до получения наиболее громкой слышимости. В больших приемниках магнитную антенну вращают специальной ручкой.

Следует помнить, что по своей чувствительности магнитная антенна равноценна комнатной антенне малых размеров (в виде небольшого куска провода). Поэтому для приемников с низкой чувствительностью магнитная антенна непригодна. Ее целесообразно применять лишь для переносных миниатюрных приемников, например построенных на транзисторах, а также в случае, когда нужно уменьшить помехи от других радиостанций, имеющих длину волны, близкую к длине волны принимаемой станции, но расположенных в ином направлении.

Глава десятая

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Простой радиоприемник можно наладить и без измерительных приборов, но это трудно и отнимает очень много времени. Хорошо, если приемник после сборки сразу начнет работать. Тогда, последовательно налаживая его блоки, подстраивая контуры и т. д., можно добиться неплохих результатов. Если же приемник молчит или самовозбуждается, то без измерительных приборов обойтись трудно. Поэтому начинающий радиолюбитель должен запастись набором самых необходимых измерительных приборов.

Радиолюбителю при налаживании радиоаппаратуры приходится измерять напряжение, ток и сопротивление. Эти величины можно измерить комбинированным измерительным прибором, называемым ампервольтомметром (авометром). Для измерения емкости конденсаторов и индуктивности катушек существуют специальные приборы, но в радиолюбительской практике их можно измерить косвенными методами, при помощи вольтметра и амперметра.

Желательно, чтобы в комплект измерительных радиолюбительских приборов входил гетеродинный индикатор резонанса, представляющий собой высокочастотный генератор с индикатором настройки. С помощью этого прибора можно измерять емкости конденсаторов, индуктивности катушек, настраивать в резонанс контуры, градуировать шкалы и пр. Для тех же целей служит и высокочастотный сигнал-генератор.

Все названные измерительные приборы очень облегчают работу радиолюбителя, делают ее интересной, а главное — осмысленной.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Постоянный ток обычно измеряют при помощи амперметров или миллиамперметров (в зависимости от величины измеряемого тока) магнитоэлектрической системы. Эти приборы состоят из постоянного подковообразного магнита, между полюсными башмаками которого в специальных цапфах подвешена вращающаяся рамка с намотанным на ней проводом

(рис. 10-1). Если по проводу рамки пропустить ток, то рамка и связанная с ней стрелка повернутся на некоторый угол, и чем больший ток проходит по проводу рамки, тем на больший угол они повернутся. Таким образом, по углу отклонения стрелки можно судить о величине проходящего через прибор тока. Чтобы таким прибором измерить ток, проходящий по цепи, прибор надо включить в разрыв этой цепи, т. е. включить в цепь последовательно. Это показано на рис. 10-2, где прибор A_1

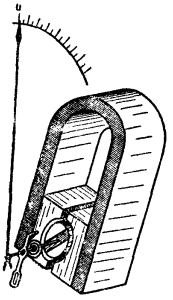


Рис. 10-1. Измерительный прибор магнитоэлектрической системы

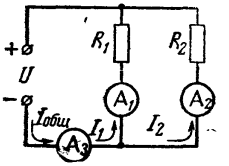


Рис. 10-2. Схема включения амперметров

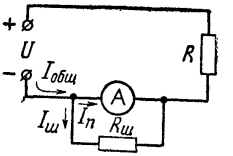


Рис. 10-3. Схема включения шунта для расширения пределов измерения амперметра

измеряет ток, проходящий по сопротивлению R_1, прибор A_2 — по сопротивлению R_2, а прибор A_3 измеряет общий ток, проходящий через сопротивления R_1 и R_2.

Сопротивление провода рамки прибора, будучи включенным последовательно в цепь, увеличивает сопротивление этой цепи. От этого ток в цепи уменьшается и прибор показывает меньшее значение тока, чем до его подключения. Поэтому желательно, чтобы внутреннее сопротивление амперметра было как можно меньше, во всяком случае составляло не более 2—3% от сопротивления цепи.

На практике один и тот же прибор используют для измерения токов в широком диапазоне — от 0,5—1 *а* до долей миллиампера. Нижний предел определяется чувствительностью прибора: чем чувствительнее прибор, тем меньший ток может быть им измерен. Обычно магнитоэлектрические приборы, применяемые при радиотехнических измерениях, очень чувствительны. Ток, необходимый для полного отклонения стрелки таких приборов, не превышает долей миллиампера.

Чтобы превратить прибор в многопредельный, т. е. чтобы им можно было измерять токи, превышающие ток полного отклонения стрелки, применяют шунтирование. Для этого параллельно прибору включают небольшое сопротивление (рис. 10-3). В этом случае через прибор A проходит часть общего тока цепи. Если сопротивление шунта $R_ш$ подобрано так, что через него проходит, например, 0,9 общего тока $I_{общ}$, то

через прибор пройдет 0,1 общего тока, т. е. показания прибора будут в десять раз меньше действительной величины тока в общей цепи. Таким образом, прибором на 1 *ма* можно измерить ток до 10 *ма*.

Необходимое сопротивление шунта можно определить по формуле:

$$R_{ш} = R_{вн} \frac{I_{п}}{I_{макс} - I_{п}},$$

где $R_{вн}$ — внутреннее сопротивление прибора, *ом;*

$I_{п}$ — ток полного отклонения стрелки прибора без шунта, *ма*;

$I_{макс}$ — наибольший ток, который должен быть измерен, *ма*.

Для отсчета показаний прибора с шунтами у него имеется либо несколько шкал, соответственно по числу шунтов, либо одна шкала, разделенная на 100 делений. В последнем случае цена деления шкалы определяется положением переключателя шунтов.

Примером таких многопредельных приборов могут служить ампервольтомметры АВО-5М, ТТ-1 и ТТ-2.

Чтобы случайно не повредить амперметр вследствие перегрузки, при подключении его к цепи надо сначала переключатель шунтов установить на наибольший измеряемый ток и, если стрелка отклоняется незначительно, только тогда увеличивать чувствительность прибора.

Если амперметр снабжен внешним (выносным) шунтом, то в разрыв цепи надо включать шунт, а прибор подключать к шунту. Если сделать наоборот, то при случайном отключении шунта, например из-за плохого контакта или обрыва соединительного провода, весь ток цепи пойдет через рамку магнитоэлектрического прибора и прибор будет испорчен.

Постоянное напряжение измеряют при помощи вольтметров. Чаще для измерения напряжения применяют те же высокочувствительные приборы магнитоэлектрической системы, что и для измерения тока. Но для измерения напряжения, действующего на каком-либо участке цепи, прибор надо подключить параллельно этому участку. Это показано на рис. 10-4, где вольтметр V_1 измеряет напряжение на сопротивлении R_1, вольтметр V_2 — на сопротивлении R_2, а вольтметр V_3 измеряет общее напряжение на сопротивлениях R_1 и R_2.

Подключение внутреннего сопротивления вольтметра параллельно участку цепи уменьшает общее сопротивление, по которому проходит ток цепи. Это приводит к увеличению тока и уменьшению напряжения между точками подключения вольтметра. Поэтому вольтметр покажет меньшее напряжение, чем было на данном участке цепи до его подключения,

причем эта разница будет тем большая, чем меньше сопротивление вольтметра.

Внутреннее сопротивление вольтметров принято характеризовать числом ом, приходящихся на 1 *в* шкалы (*ом/в*). При радиотехнических измерениях желательно применять вольтметры, у которых это сопротивление не менее 5000—20 000 *ом/в*.

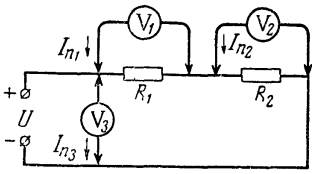


Рис. 10-4. Схема включения вольтметров

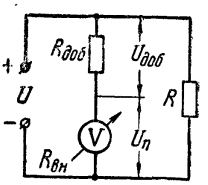


Рис. 10-5. Схема включения добавочного сопротивления для расширения пределов измерения вольтметра

Вольтметр, так же как и амперметр, можно превратить в многопредельный прибор. Для этого последовательно с ним включают добавочное сопротивление (рис. 10-5). В этом случае бóльшая часть измеряемого напряжения падает на сопротивлении $R_{доб}$, а меньшая — на приборе. Величину добавочного сопротивления можно подсчитать по формуле:

$$R_{доб} = \frac{1000\,U_{макс}}{I_п} - R_{вн},$$

где $U_{макс}$ — наибольшее напряжение, которое должно быть измерено прибором с добавочным сопротивлением, *в*;

$I_п$ — ток полного отклонения стрелки прибора, *ма*;

$R_{вн}$ — внутреннее сопротивление прибора, *ом*.

Чем чувствительнее прибор (чем меньше $I_п$), тем больше сопротивление $R_{доб}$ и входное сопротивление вольтметра.

Обычно вольтметр имеет несколько добавочных сопротивлений, подключаемых переключателем в зависимости от нужного предела измерения.

Измерять напряжение в радиоаппаратуре можно не только при помощи вольтметров магнитоэлектрической системы. Существуют так называемые ламповые вольтметры (вольтметры электронной системы). Перед магнитоэлектрическими вольтметрами они имеют то преимущество, что обладают огромным входным сопротивлением, порядка 10 *Мом* и выше. Поэтому при подключении к цепям они практически не потребляют тока.

Простейший ламповый вольтметр состоит из электронной

лампы, в анодную цепь которой включен электроизмерительный прибор. Между катодом и управляющей сеткой лампы прикладывается измеряемое напряжение. Величиной этого напряжения определяется анодный ток лампы, который измеряется прибором. Поэтому по отклонению стрелки прибора можно судить о величине измеряемого напряжения на сетке лампы.

Чтобы измерять таким вольтметром большие напряжения (обычно полное отклонение стрелки прибора происходит при напряжении на сетке лампы 2—3 *в*), измеряемое напряжение вначале подается на делитель с очень большим общим сопротивлением. Именно это сопротивление делителя и является входным сопротивлением лампового вольтметра.

В измеряемой цепи, кроме постоянного напряжения, может оказаться и переменное. Чтобы оно не влияло на показания вольтметра, между сеткой лампы и делителем включен фильтр из сопротивления (порядка мегом) и конденсатора (порядка сотых долей микрофарады).

ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ

При измерении переменных токов и напряжений показания приборов будут зависеть не только от их активного сопротивления, как это было при измерении постоянных токов и напряжений, но и от их полного сопротивления, которое изменяется с изменением частоты измеряемого тока или напряжения. Поэтому и показания приборов также будут изменяться с изменением частоты, т. е. возникают так называемые частотные погрешности, причем они будут тем больше, чем больше индуктивности и емкости в схеме измерительного прибора, а также индуктивности и емкости проводов, соединяющих измерительный прибор с измеряемой цепью. Таким образом, градуировка прибора, сделанная для какой-либо частоты, не годится для более низких или более высоких частот.

На практике все же пользуются одной и той же шкалой в большом диапазоне частот, но учитывают, что чем выше частота измеряемого тока или напряжения, тем больше частотные погрешности.

Для измерения токов на радиочастотах в настоящее время пользуются в основном приборами термоэлектрической системы. Устроены они следующим образом. Измеряемый ток проходит по тонкой константановой проволоке и нагревает ее. Выделяющееся тепло нагревает термопару — спай из проволочек различных металлов. Под влиянием тепла в спае появляется электродвижущая сила постоянного тока, величина которой пропорциональна температуре нагрева. Этот ток измеряется чувствительным гальванометром, по отклонению стрел-

ки которого судят о величине измеряемого тока. Следует указать на особенность приборов термоэлектрической системы: они медленно реагируют на изменение силы тока, что объясняется тепловой инерцией термоэлемента.

Для измерения переменного напряжения применяют вольтметры детекторной и электронной систем. Вольтметрами детекторной системы пользуются для измерения на звуковых частотах. Они имеют хорошую чувствительность и большое входное сопротивление, до 20 000 *ом/в* (АВО-5М). Вольтметр такой системы состоит из выпрямителя, который превращает переменный ток в импульсы тока одного направления, и магнитоэлектрического прибора, измеряющего этот выпрямленный (вернее сказать, пульсирующий) ток.

Вольтметры электронной системы — ламповые, могут применяться для измерения напряжения до частот в десятки, а иногда и сотни мегагерц. От ламповых вольтметров постоянного тока они отличаются наличием на входе специального выпрямляющего устройства. Это устройство, чаще всего миниатюрный диод, конструктивно выполняется в виде отдельного маленького «пробника», подключаемого непосредственно своими штырьками к измеряемой цепи. С вольтметром он соединяется экранированными проводами.

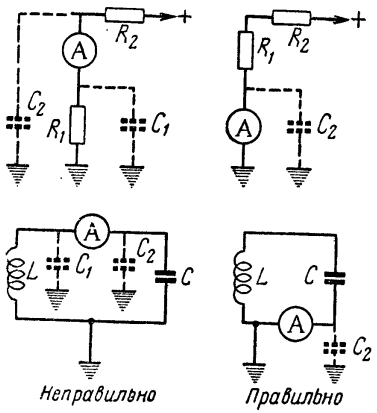


Рис. 10-6. Включение измерительных приборов

При измерении переменного напряжения в цепях, где имеется и постоянная составляющая, например в анодных цепях радиоламп, надо применять ламповые вольтметры с закрытым входом, т. е. имеющие на входе конденсатор, включенный между входной клеммой и схемой вольтметра. Если применять для этой цели вольтметры с открытым входом, т. е. не имеющие конденсатора на входе, то такие вольтметры покажут сумму этих напряжений.

Очень важно при измерении переменного напряжения или тока правильно выбрать место включения прибора в схему. Включать прибор переменного тока желательно так, чтобы потенциал точки подключения прибора был как можно ближе к потенциалу «земли», а еще лучше, если один из щупов прибора будет заземлен (рис. 10-6).

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В РАДИОАППАРАТУРЕ

В большинстве случаев в радиоаппаратуре приходится измерять постоянный ток и напряжение, реже — ток и напряжение звуковой частоты и лишь в исключительных случаях — токи и напряжения радиочастоты.

В большинстве цепей радиоаппаратуры наряду с постоянной составляющей тока присутствует и переменная составляющая. При измерении тока или напряжения в такой цепи составляющие должны быть обязательно разделены, т. е. прибор должен включаться так, чтобы через него проходила только постоянная или только переменная составляющая. Делать это необходимо потому, что из-за паразитных емкостей прибора и соединительных проводов переменная составляющая тока анодной цепи воздействует на сеточную цепь лампы. А это приводит к самовозбуждению каскада и, следовательно, к изменению анодного тока лампы, в том числе и его постоянной составляющей, измеряемой прибором.

Как же надо включать измерительный прибор в цепь, чтобы разделить эти составляющие?

Начнем с измерения постоянной составляющей. На рис. 10-7,*а* показано, что через амперметр, включенный между анодом лампы и контуром фильтра промежуточной частоты (а также через вольтметр, подключенный к аноду лампы), проходят переменная и постоянная составляющие анодного тока, а через прибор, включенный между развязывающим конденсатором и плюсом анодного напряжения, проходит только по-

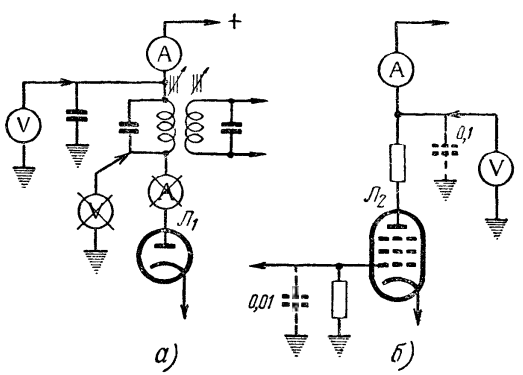


Рис. 10-7. Включение измерительных приборов в радиотехническую схему: *а* — включение измерительных приборов при наличии развязывающего конденсатора; *б* — при отсутствии развязывающего конденсатора

стоянная составляющая анодного тока, так как переменная составляющая через развязывающий конденсатор прошла на минус. Таким образом, прибор, предназначенный для измерения постоянной составляющей, должен включаться в цепь после развязывающего конденсатора. Если в схеме нет этого конденсатора (рис. 10-7,*б*), то прибор надо шунтировать конденсатором емкостью порядка 0,1 *мкф* непосредственно на корпус. Но может оказаться, что для предотвращения самовозбуждения этого недостаточно, тогда следует шунтировать на корпус и управляющую сетку лампы конденсатором емкостью порядка 0,01 *мкф*. Обнаружить самовозбуждение можно по изменению показаний прибора при изменении положения подводящих проводов, поднесении руки к сеточным цепям каскада и т. п.

Наоборот, чтобы измерить напряжение только переменной составляющей, прибор переменного тока надо подключать к цепи через конденсатор, реактивное сопротивление которого на данной частоте много меньше входного сопротивления вольтметра:

$$\frac{10^9}{2\pi fC} \ll R_{в},$$

где f — частота, на которой производится измерение, *кгц;*
C — емкость конденсатора, *пф;*
$R_в$ — сопротивление вольтметра, *ом.*

Внутреннее сопротивление вольтметра должно быть как можно больше, чтобы оно меньше шунтировало измеряемую цепь. При измерениях в цепях радиоаппаратуры это требование особенно важно, так как сопротивления в них велики и шунтирование небольшим сопротивлением вольтметра совершенно исказит работу радиоаппарата. Поэтому, во-первых, надо применять вольтметры с большим числом ом на вольт, не менее 5000—10 000 *ом/в*, и, во-вторых, правильно выбирать место подключения вольтметра. Поясним последнее на примере. Надо измерить напряжение смещения на сетке лампы (рис. 10-8). Если присоединить вольтметр непосредственно между сеткой и катодом лампы, то он шунтирует сопротивления $R_с$ и $R_{см}$. Сопротивление утечки сетки $R_с$ обычно очень велико, не менее 1 *Мом,* поэтому внутреннее сопротивление даже чувствительного магнитоэлектрического вольтметра составит в лучшем случае половину общего сопротивления цепи между точками подключения вольтметра. Действительно, если мы возьмем вольтметр магнитоэлектрической системы с внутренним сопротивлением 20 000 *ом/в,* то на шкале 10 *в* его сопротивление составит всего 20% сопротивления $R_с = 1$ *Мом.* Следовательно, ошибка измерения при таком включении вольтметра будет очень велика.

Но измерять напряжение смещения можно не только непосредственно на сетке лампы. но и на сопротивлении $R_{см}$, на котором создается это напряжение. Сопротивление $R_{см}$ редко составляет более 1000 *ом*, поэтому достаточно точно измерить напряжение на нем можно даже низкоомным вольтметром с сопротивлением не более 100 *ом/в*.

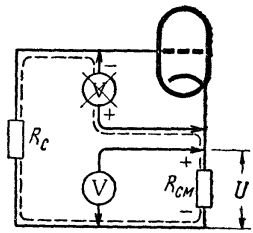


Рис. 10-8. Включение приборов для измерения напряжения смещения на управляющей сетке лампы

Рассмотрим конкретные примеры измерений напряжений и токов в супергетеродинном приемнике, упрощенная схема которого приведена на рис. 10-9.

Напряжение смещения на управляющей сетке лампы $Л_1$ измеряют ламповым вольтметром постоянного тока со шкалой 5—10 *в* (V_1). Этим же вольтметром можно измерить и напряжение АРУ на управляющей сетке (V_2). Напряжение на аноде лампы $Л_1$ измеряют вольтметром магнитоэлектрической системы с внутренним сопротивлением не менее 1000 *ом/в* на шкале 300 *в* (V_3). Измерять напряжение на управляющей сетке гетеродинной части лампы $Л_1$ надо ламповым вольтметром переменного тока со шкалой 50 *в* (V_4). Для измерения напряжения на экранирующих сетках ламп $Л_1$ и $Л_2$ надо иметь вольтметр постоянного тока с внутренним сопротивлением не менее 1000—5000 *ом/в* и шкалой на 150 *в* (V_5).

Измерять величину падения напряжения на сопротивлении, включенном в цепь экранирующих сеток ламп $Л_1$ и $Л_2$, можно тем же вольтметром, но со шкалой 300 *в* (V_6).

Напряжение смещения на управляющей сетке лампы $Л_2$ рекомендуется измерять ламповым вольтметром постоянного тока со шкалой 5—15 *в* (V_7), а напряжение задержки АРУ на диоде лампы $Л_2$ — ламповым вольтметром постоянного тока со шкалой 3—5 *в* (V_8). Для измерения напряжения на светящемся экране лампы $Л_3$ нужен вольтметр постоянного тока с внутренним сопротивлением не менее 1000 *ом/в* и со шкалой 300 *в* (V_9). Напряжения на аноде ламп $Л_2$ (V_{10}) и $Л_3$ (V_{11}) измеряют тем же вольтметром. Измерять же напряжения на аноде лампы $Л_4$ можно вольтметром постоянного тока с большим внутренним сопротивлением, порядка 15 000—20 000 *ом/в* (V_{12}).

Величину падения напряжения на сопротивлении анодной нагрузки лампы $Л_2$ измеряют вольтметром постоянного тока с внутренним сопротивлением порядка 1000 *ом/в* (V_{15}).

Измерять напряжения на управляющей сетке лампы $Л_4$ (V_{13}) следует только ламповым вольтметром со шкалой 5—10 *в*.

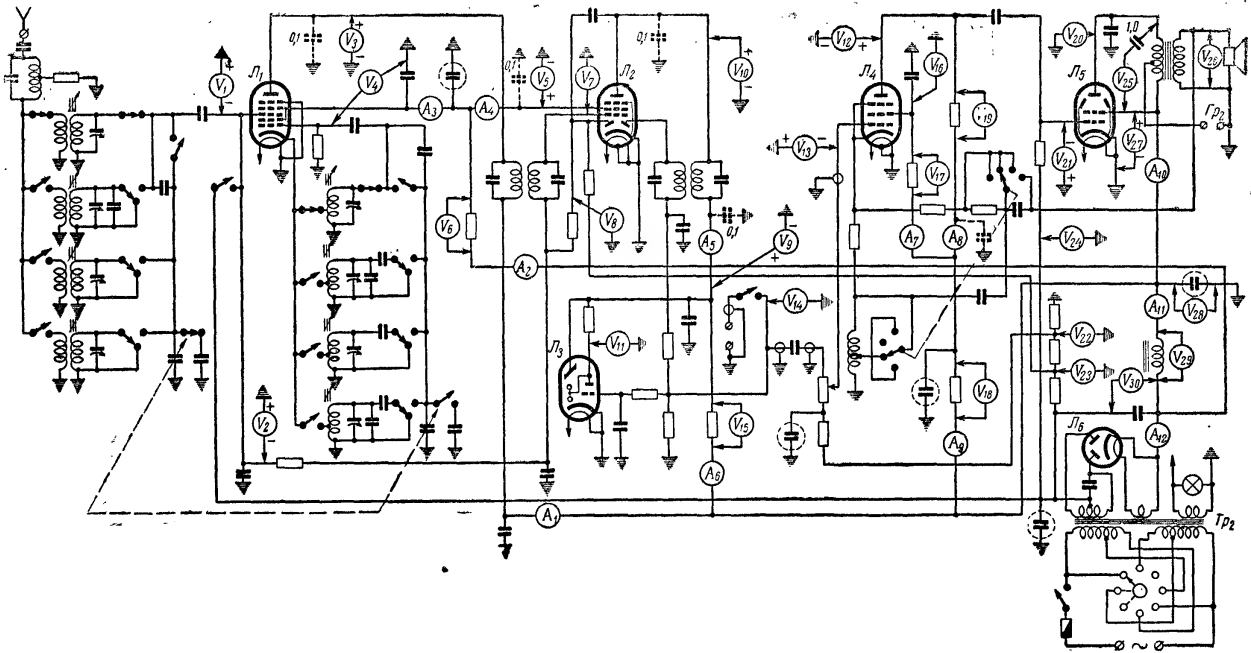


Рис. 10-9. Примеры измерений напряжений и токов в схеме радиоприемника

Но напряжение смещения на управляющей сетке лампы $Л_4$ можно измерить на соответствующем сопротивлении делителя, с которого снимается напряжение смещения (V_{22}) при помощи низкоомного вольтметра постоянного тока со шкалой 3—5 *в*. Напряжение звуковой частоты на выходе детектора измеряют вольтметром переменного тока, лучше ламповым со шкалой 5—10 *в* (V_{14}).

Величину напряжения задержки АРУ измеряют вольтметром со шкалой 3—5 *в* и внутренним сопротивлением порядка 100 *ом/в* (V_{23}).

Измерить напряжение на экранирующей сетке лампы $Л_4$ можно высокоомным вольтметром с внутренним сопротивлением не менее 10 000—15 000 *ом/в* и со шкалой 150 *в* (V_{16}). Этим же вольтметром определяют и величину падения напряжения на сопротивлении в цепи экранирующей сетки (V_{17}) и в цепи анода (V_{19}) и анода и экранирующей сетки (V_{18}). Впрочем, для последнего измерения можно воспользоваться и менее высокоомным вольтметром, с внутренним сопротивлением порядка 1000 *ом/в*.

Напряжение на аноде лампы $Л_5$ измеряют вольтметром постоянного тока с внутренним сопротивлением порядка 1000 *ом/в* и со шкалой 300 *в* (V_{20}). Для измерения напряжения на управляющей сетке лампы $Л_5$ нужен ламповый вольтметр постоянного тока со шкалой 30—50 *в* (V_{21}), но напряжение смещения на этой лампе можно измерить и низкоомным вольтметром с внутренним сопротивлением порядка 100 *ом/в* на делителе в минусовой цепи выпрямителя (V_{24}).

Измерять напряжение звуковой частоты на первичной обмотке выходного трансформатора можно вольтметром переменного тока со шкалой 50—100 *в* (V_{25}), а напряжения на вторичной обмотке выходного трансформатора — вольтметром переменного тока со шкалой 1,5—3 *в* (V_{26}).

Напряжение на экранирующей сетке лампы $Л_5$ и на выходном конденсаторе фильтра выпрямителя измеряют вольтметром постоянного тока с внутренним сопротивлением порядка 1000 *ом/в* и со шкалой 300 *в* (V_{27}, V_{28}). Таким же вольтметром измеряют падение напряжения на обмотке дросселя фильтра выпрямителя (V_{29}) и напряжение на первом конденсаторе фильтра выпрямителя (V_{30}).

Измерять ток в анодной цепи лампы $Л_1$ можно миллиамперметром со шкалой 5—10 *ма*, включив его после развязывающего конденсатора (A_1). Чтобы измерить ток в цепи экранирующих сеток ламп $Л_1$ и $Л_2$, миллиамперметр со шкалой 10—15 *ма* надо включить после сопротивления в цепи этих сеток (A_2), а для измерения тока в цепи экранирующей сетки лампы $Л_1$ (A_3) и экранирующей сетки лампы $Л_2$ (A_4) надо включить миллиамперметр со шкалой 5 *ма* между сопротивлением общей цепи и сеткой соответствующей лампы.

Анодный ток лампы $Л_2$ измеряют миллиамперметром со шкалой 10—15 *ма* (A_5), общий анодный ток ламп $Л_2$ и $Л_3$ — миллиамперметром A_6.

Ток экранирующей сетки лампы $Л_4$ измеряют миллиамперметром со шкалой 1—3 *ма* (A_7), а анодный ток этой лампы — миллиамперметром со шкалой 3—5 *ма* (A_8). Общий ток анодной цепи и цепи экранирующей сетки лампы $Л_4$ измеряют миллиамперметром со шкалой 5—10 *ма* (A_9), лампы $Л_5$ — миллиамперметром со шкалой 50—100 *ма* (A_{10}). Этим же миллиамперметром измеряют суммарный ток анодных цепей ламп $Л_1$, $Л_2$ и $Л_3$ и анодный и экранный токи ламп $Л_4$ и $Л_5$ (A_{11}), а также общий ток, потребляемый анодными и экранирующими цепями (A_{12}).

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Наиболее удобно измерять сопротивления при помощи специальных приборов: измерительных мостов и омметров. Омметры обычно входят в состав комбинированных измерительных приборов (например, ампервольтомметры ТТ-1 и АВО-5М) и дают по шкале непосредственный отсчет величины измеряемого сопротивления.

Но сопротивление можно измерить и без специальных измерительных приборов, например методом вольтметра. Для этого надо знать входное сопротивление вольтметра R_v и иметь батерею с напряжением, чуть меньше максимального напряжения, измеряемого вольтметром. Желательно, чтобы внутреннее сопротивление батареи было как можно меньше.

Измерение производится следующим образом. Определяют при помощи вольтметра напряжение $U_б$ батареи, а затем разрывают один из проводов, соединяющих вольтметр с батареей, и в разрыв включают измеряемое сопротивление R_x. Замечают новое показание вольтметра U_R и определяют значение измеряемого сопротивления по формуле:

$$R_x = R_v \frac{U_б - U_R}{U_R}.$$

Достаточную точность метод вольтметра может обеспечить в том случае, если измеряемое сопротивление не превышает 10—15 R_v и не менее 0,1 R_v.

Если у радиолюбителя, кроме вольтметра, имеется амперметр, то для измерения сопротивления можно применить метод вольтметра-амперметра. Схема включения приборов при этом будет зависеть от предполагаемой величины неизвестного сопротивления.

На рис. 10-10,*а* показана схема измерения небольших сопротивлений. Общий ток, измеряемый амперметром, склады-

вается из токов, проходящих через измеряемое сопротивление R_x и входное сопротивление R_v вольтметра. Поэтому погрешность при измерении будет тем меньше, чем больше входное сопротивление R_v вольтметра, т. е. чем меньше вольтметр шунтирует измеряемое сопротивление. Процесс измерения очень прост: когда схема составлена, замечают показания

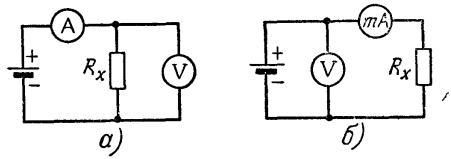


Рис. 10-10. Схемы включения приборов для измерения сопротивления методом вольтметра-амперметра: *а* — схема для измерения небольших сопротивлений; *б* — схема для измерения больших сопротивлений

вольтмерта U и амперметра I и определяют измеряемое сопротивление по формуле:

$$R_x = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}},$$

где I — ток, *а*.

Наоборот, при измерении больших сопротивлений по схеме на рис. 10,*б* погрешность будет тем больше, чем больше внутреннее сопротивление R_a миллиамперметра, так как вольтметр измеряет падение напряжения на последовательно соединенных неизвестном сопротивлении R_x и внутреннем сопротивлении R_a миллиамперметра. Измеряемое сопротивление вычисляется по формуле:

$$R_x = 1000\,\frac{U}{I} - R_a,$$

где I — ток, *ма*.

ИЗМЕРЕНИЕ ЕМКОСТИ

В радиолюбительской практике емкости обычно измеряют методом вольтметра-амперметра, методом сравнения и резонансным методом. Вне зависимости от применяемого метода измерения конденсатор вначале надо проверить на отсутствие

пробоя (короткого замыкания) и величину утечки. Проверить конденсатор на отсутствие короткого замыкания можно при помощи пробника с батареей.

Если конденсатор исправен, то стрелка пробника не будет отклоняться. Правда, если емкость конденсатора велика, то стрелка несколько отклонится, но тут же вернется в прежнее положение.

Проверить конденсатор на величину утечки можно при помощи омметра. Обычно такая проверка необходима для электролитических конденсаторов.

Сопротивление исправного электролитического конденсатора должно быть не менее 0,1 *Мом*, причем следует иметь в виду, что подключать к нему омметр надо с соблюдением его полярности.

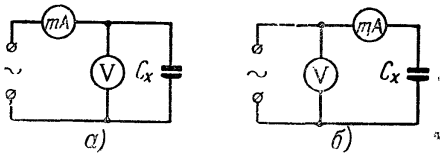


Рис. 10-11. Схемы включения приборов для измерения емкости методом вольтметра-амперметра: *а* — схема для измерения больших емкостей; *б* — схема для измерения малых емкостей

Если у радиолюбителя нет омметра, то проверить конденсатор на величину утечки можно при помощи телефонов и батареи. Телефоны на мгновение подключают через батарею к испытываемому конденсатору. Затем через 1—2 секунды

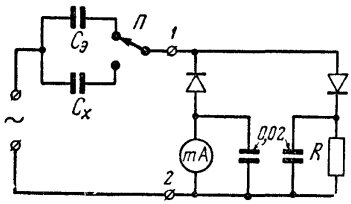


Рис. 10-12. Схема для измерения емкости методом сравнения

вновь подключают и т. д. При исправном конденсаторе щелчок в телефонах будет слышен только при первом подключении, так как конденсатор тут же зарядится и повторные подключения уже не будут вызывать щелчков.

Схемы измерения емкости методом вольтметра-амперметра приведены на рис. 10-11. Этот метод основан на том явлении, что включенный в цепь переменного тока конденсатор оказывает сопротивление проходящему через него току. Поэтому измерение емкости совершенно аналогично измерению сопротивления методом вольтметра-амперметра, причем емкость подсчитывается по формуле:

$$C = \frac{I}{6{,}28fU},$$

где C — емкость, *мкф;*
I — ток, *ма;*
U — напряжение, *в;*
f — частота, *гц.*

Схема на рис. 10-11,*а* используется для измерения больших емкостей, так как погрешность при измерении по этой схеме будет тем меньше, чем меньше сопротивление конденсатора C_x по сравнению с входным сопротивлением вольтметра. Сопротивление же конденсатора будет тем меньше, чем больше его емкость. При измерении конденсаторов малой емкости применяют схему, показанную на рис. 10-11,*б*.

Лучше всего применять миллиамперметр термоэлектрической системы и ламповый вольтметр.

Емкость методом сравнения измеряют по схеме, приведенной на рис. 10-12. Сущность этого метода заключается в подборе емкости эталонного конденсатора $C_э$ до тех пор, пока показания миллиамперметра *mA* не сделаются одинаковыми при обоих положениях переключателя *П*. Это означает, что измеряемая емкость C_x равна эталонной емкости $C_э$.

В качестве эталонной емкости $C_э$ используют магазин емкостей. Если таковой отсутствует, а у радиолюбителя имеется лишь несколько конденсаторов точно известной емкости, то поступают следующим образом. К зажимам *1—2* вместо правой части на схеме присоединяют миллиамперметр термоэлектрической системы или ламповый вольтметр, шунтированный сопротивлением, величина которого в 15—20 раз меньше реактивного сопротивления конденсатора C_x. Из имеющегося запаса эталонных емкостей $C_э$ выбирают наиболее близкую к предполагаемой величине емкости C_x. Затем замечают показания миллиамперметра или вольтметра при различных положениях переключателя *П* и определяют емкость C_x по формуле:

$$C_x = \frac{I_x}{I_э} C_э = \frac{U_x}{U_э} C_э.$$

Переходим к резонансному методу измерения. Этим методом измеряют конденсаторы небольшой емкости, не более 0,01 *мкф*. Схема измерения приведена на рис. 10-13,*а*. В ка-

честве высокочастотного сигнал-генератора можно использовать любой источник высокой частоты, вплоть до зуммерного генератора. Индикатором может служить миллиамперметр термоэлектрической системы или ламповый вольтметр. Если

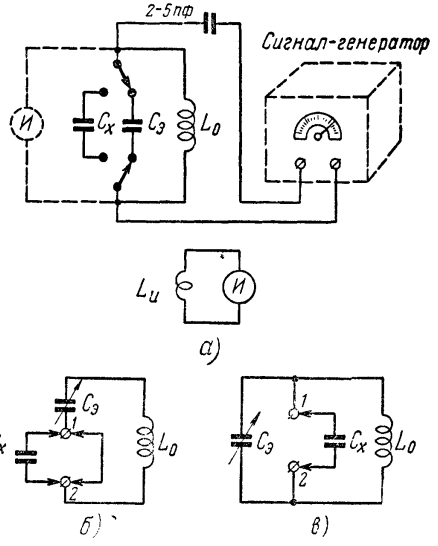


Рис. 10-13. Схема для измерения емкости резонансным методом: *а* — схема включения измерительных приборов; *б* — $C_x > C_э$, *в* — $C_x < C_э$

же высокочастотные колебания сигнал-генератора модулированы, то в качестве индикатора можно использовать детектор с телефонами.

Процесс измерения состоит в следующем. Вначале измеряемый конденсатор C_x подключают к катушке индуктивности L_0 и настраивают частоту сигнал-генератора в резонанс с контуром $L_0 C_x$ по максимальному показанию индикатора. Затем конденсатор C_x отключают и вместо него к катушке L_0 подключают градуированный конденсатор переменной емкости $C_э$. Изменяя емкость этого конденсатора, настраивают контур L_0 $C_э$ в резонанс с частотой сигнал-генератора. В момент резонанса $C_э$ равно C_x , т. е. емкость C_x может быть прочитана по градуированной шкале конденсатора $C_э$.

Пределы измерения емкости C_x по схеме на рис. 10-13,*а* определяются пределами изменения емкости $C_э$. Чтобы расширить пределы измерения, применяют схемы, приведенные на рис. 10-13,*б* и *в* (на схемах дан только измерительный контур).

На схеме рис. 10-13,*б* показано измерение емкостей C_x бо́льших максимальной емкости конденсатора $C_э$. Вначале зажимы *1—2* замыкают накоротко, а конденсатор $C_э$ устанавливают в среднее положение ($C_{э1}$). Затем частоту сигнал-генератора настраивают в резонанс с контуром $L_0 C_э$. После этого с зажимов *1—2* снимают перемычку и к ним подключают измеряемый конденсатор C_x. Будучи включенным последовательно с конденсатором $C_э$, конденсатор C_x уменьшает общую емкость контура $L_0 C_э C_x$, в результате чего нарушается резонанс этого контура с частотой сигнал-генератора. Чтобы восстановить резонанс, надо увеличить емкость конденсатора $C_э$. Когда резонанс будет восстановлен, замечают новое положение стрелки на шкале конденсатора $C_э$ ($C_{э2}$) и определяют емкость конденсатора C_x по формуле:

$$C_x = \frac{C_{э1} C_{э2}}{C_{э2} - C_{э1}}.$$

Измерение конденсаторов, емкость которых меньше минимальной емкости конденсатора $C_э$, производят по схеме, показанной на рис. 10-13,*в*. Сначала конденсатор $C_э$ устанавливают в среднее положение ($C_{э1}$) и настраивают частоту сигнал-генератора в резонанс с контуром $L_0 C_э$. Когда это достигнуто, подсоединяют к зажимам *1—2* измеряемый конденсатор C_x. В результате общая емкость контура L_0 $C_э$ C_x увеличивается и контур выйдет из резонанса с частотой сигнал-генератора. Чтобы восстановить резонанс, надо уменьшить емкость конденсатора $C_э$ до нового значения $C_{э2}$. При этом емкость конденсатора C_x составит:

$$C_x = C_{э1} - C_{э2}.$$

Точность измерения емкости резонансным методом определяется точностью фиксации момента резонанса, т. е. определения значений емкости $C_{э1}$ и $C_{э2}$. Для получения острой настройки связь между измерительным контуром и сигнал-генератором должна быть возможно меньшей. Кроме того, не рекомендуется включать индикатор резонанса непосредственно в измерительный контур, как это показано на рис. 10-13,*а* пунктиром.

В качестве измерительного контура может быть использован контур гетеродинного индикатора резонанса (см. стр. 270).

ИЗМЕРЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ

В радиолюбительской практике наиболее часто индуктивность измеряют методом вольтметра-амперметра и резонансным методом.

При измерении индуктивности особую роль играет часто-

та, на которой производится измерение. Дело в том, что катушка индуктивности всегда обладает собственной емкостью и активным сопротивлением. Поэтому при измерении фактически измеряют действующее значение индуктивности, зависящее от значений емкости и активного сопротивления обмотки катушки. Но емкость и активное сопротивление катушки зависят от частоты. Поэтому, если частота, на которой работает катушка в радиоаппарате, значительно выше частоты, на которой производилось измерение, то в результате увеличения влияния емкости, поверхностного эффекта, увеличения потерь в материале катушки и т. п. действующее значение индуктивности значительно изменится по сравнению с измеренным.

Перед измерением надо проверить, нет ли в катушке индуктивности короткозамкнутых витков. Для высокочастотных катушек это можно сделать при помощи радиоприемника следующим образом. Радиоприемник настраивают на какую-либо станцию и к его контуру подносят испытываемую катушку индуктивности. Если в катушке есть короткозамкнутые витки, то произойдет резкое уменьшение громкости приема радиостанции. Однако следует иметь в виду, что такое уменьшение громкости может произойти и при исправной катушке, если частота радиостанции близка к ее собственной частоте. Поэтому при обнаружении резкого уменьшения громкости надо повторить испытание, но на другой частоте.

Катушки индуктивности со стальным сердечником (трансформаторов и дросселей) проверяют по схеме, показанной на рис. 10-14. Последовательно с первичной обмоткой трансформатора включают сопротивление R порядка 5 *ком* (для низкочастотных трансформаторов) или лампу накаливания (для силовых трансформаторов). На обмотку подают переменное

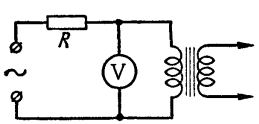


Рис. 10-14. Схема для проверки катушек индуктивности со стальным сердечником на отсутствие короткозамкнутых витков в обмотке

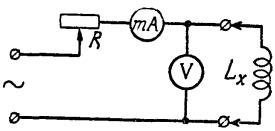


Рис. 10-15. Схема для измерения индуктивности методом вольтметра-амперметра

напряжение (для низкочастотных трансформаторов с частотой 400—500 *гц*), равное удвоенному номинальному напряжению. Если в обмотках трансформатора нет короткозамкнутых витков, то напряжение, измеряемое ламповым вольтметром V, будет мало отличаться от приложенного напряжения. При короткозамкнутых витках измеряемое напряжение вследствие

увеличения индуктивного сопротивления обмотки окажется значительно меньше приложенного.

При измерении индуктивности методом вольтметра-амперметра по существу измеряют индуктивное сопротивление катушки на данной частоте. Поэтому методом вольтметра-амперметра можно измерять только большие индуктивности, так как при измерении малых индуктивностей через катушку приходится пропускать значительный ток. Обычно этим методом измеряют индуктивности обмоток низкочастотных дросселей, трансформаторов и т. п. на частоте 50 (в качестве источника используется осветительная сеть), 400 или 1000 *гц* (в качестве источника используется звуковой генератор).

Схема измерения показана на рис. 10-15. В качестве миллиамперметра *mA* используется термоэлектрический прибор, а вольтметр *V* лучше всего применить ламповый. Индуктивность катушки

$$L_x = \frac{U}{6{,}28fI},$$

где L_x — индуктивность, *гн;*
f — частота, *гц;*
U — показания вольтметра, *в;*
I — показания миллиамперметра, *а.*

Резонансный метод измерения индуктивности по существу ничем не отличается от измерения этим методом емкости.

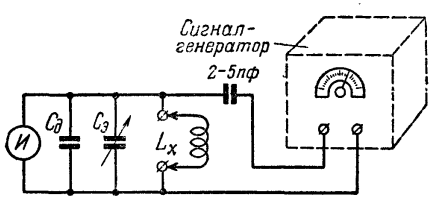


Рис. 10-16. Схема для измерения индуктивности резонансным методом

Схема измерения приведена на рис. 10-16. Достоинство этого метода заключается в том, что измерение производится на частоте, на которой катушка работает в радиоаппарате. Искомую индуктивность находят по формуле:

$$L_x = \frac{25\,300}{f^2 C},$$

где L_x — индуктивность, *мкгн;*
f — частота сигнал-генератора, *Мгц;*
C — суммарная емкость конденсаторов $C_э$ и $C_д$, *пф.*

Конденсатор $C_д$ включается в измерительный контур из следующих соображений. Обычно применяемые для этой цели конденсаторы переменной емкости имеют начальную емкость порядка 10—20 *пф*. Однако при такой малой начальной емкости конденсатора $C_э$ она может оказаться сравнимой с собственной емкостью катушки. Это приведет к большим погрешностям измерения. Поэтому в измерительный контур включают дополнительный конденсатор $C_д$, увеличивающий начальную емкость контура.

Для измерения индуктивности резонансным методом может быть использован гетеродинный индикатор резонанса. Процесс измерения при этом ничем не отличается от описанного выше.

ГЕТЕРОДИННЫЙ ИНДИКАТОР РЕЗОНАНСА (ГИР)

Гетеродинный индикатор резонанса (ГИР) — очень несложный универсальный прибор, позволяющий быстро и эффективно производить налаживание различной радиолюбительской аппаратуры. Он должен занять в радиолюбительской лаборатории такое же место, как и авометр. С помощью ГИРа можно производить налаживание приемников, передатчиков, телевизоров, определять собственные резонансные частоты различных колебательных контуров, производить измерения величин L и C, определять полосу пропускания фильтров нижних частот, производить настройку антенн и т. д.

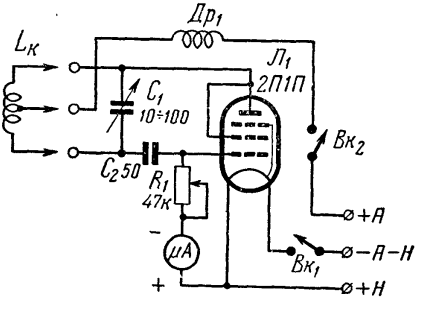


Рис. 10-17. Схема ГИРа с питанием от батарей

ГИР с каждым годом получает все большее и большее распространение. Радиолюбитель, хорошо освоивший работу с ГИРом и изучивший его большие возможности, в дальнейшем просто не представляет себе, как он мог раньше обходиться без него.

На рис. 10-17 приведена схема простого ГИРа с питанием

от батарей на лампе 2П1П (в триодном включении). Как генератор такой ГИР устойчиво работает на частотах до 60—70 *Мгц* при напряжении накала 1,2 *в* (для параллельного соединения обеих нитей) и при анодном напряжении 40—60 *в*.

Генератор собран по обычной трехточечной схеме с емкостной обратной связью. Контур генератора составлен из катушки $L_к$ и конденсатора переменной емкости C_1. Чтобы перекрыть достаточно широкий диапазон частот, генератор снабжается несколькими сменными катушками индуктивности. Шкала конденсатора переменной емкости C_1 градуируется непосредственно в значениях частоты или имеет обычный лимб с безразмерными делениями. В этом случае для каждого из диапазонов (т. е. для каждой катушки) строится график измерения частоты генератора в зависимости от угла поворота оси конденсатора переменной емкости.

Принцип работы ГИРа основан на регистрации изменения сеточного тока лампы генератора в момент его настройки на общую резонансную частоту с другим каким-нибудь контуром, если он связан с катушкой генератора. Это явление обусловлено изменением величины обратной связи генератора при настройке в резонанс с генерируемыми колебаниями внешнего контура (связанного с катушкой генератора) за счет происхо-

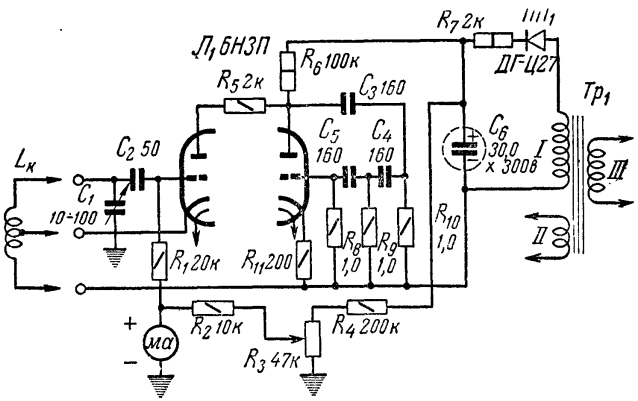


Рис. 10-18. Схема ГИРа с модулятором

дящей при этом потери энергии генератора. Спад сеточного тока регистрируется с помощью чувствительного индикатора-микроамперметра, включенного в сеточную цепь лампы $Л_1$. Чем выше будет добротность (Q) исследуемого контура и величина связи с ним, тем больше будет вносимое им затухание в контуре генератора и, следовательно, падение тока в цепи управляющей сетки лампы генератора.

Если снять напряжение с анода лампы $Л_1$, то ГИР может работать как резонансный волномер-индикатор. Высокочастотное напряжение, наводимое на контуре $L_к C_1$ каким-либо источником ВЧ колебаний, выпрямляется лампой $Л_1$, работающей как диодный детектор, и через микроамперметр будет проходить постоянная составляющая продетектированного сигнала. Очевидно, что показания микроамперметра будут наибольшими в момент резонансной настройки контура $L_к C_1$ с частотой колебаний исследуемого источника. В ряде схем ГИРов предусмотрены специальные устройства для модуляции высокочастотного сигнала. В простейшем случае это осуществляется с помощью подачи звуковой частоты на сетку лампы генератора от источника питания (в случае питания от сети переменного тока). На рис. 10-18 приведена схема ГИРа, имеющего специальный модулирующий каскад, собранный на правом триоде по схеме RC-генератора, частота которого определяется сопротивлениями R_8—R_{10} и конденсаторами

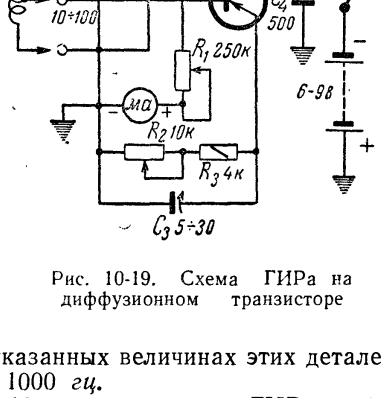


Рис. 10-19. Схема ГИРа на диффузионном транзисторе

C_3—C_5. При указанных величинах этих деталей частота модуляции равна 1000 *гц*.

На рис. 10-19 приведена схема ГИРа, собранного на диффузионном транзисторе типа П-401. Колебательный контур $L_к C_1$ включен в цепь основания транзистора $ПП_1$. Наивыгоднейший режим генерации устанавливается с помощью подстроечного конденсатора C_3 и переменного сопротивления R_2, включенных в цепь эмиттера транзистора $ПП_1$. Переменное сопротивление R_1 в цепи микроамперметра *ма* служит для регулировки чувствительности ГИРа на разных поддиапазонах. Чувствительность микроамперметра, примененного в этой схеме, должна быть не менее 100—200 *мка*. В качестве детектора могут быть использованы германиевые точечные диоды

типа Д1, Д2, Д9, Д10 и т. д. (в зависимости от рабочей частоты). При работе на частотах выше 30 *Мгц* в качестве транзистора $ПП_1$ следует применять транзисторы типа П-402 или П-403 (до 120 *Мгц*).

Практически ГИР может быть выполнен по одной из вышеприведенных схем, в зависимости от наличия источников питания и дальнейшего его применения (сетевого или автономного питания).

Детали. Количество сменных катушек $L_к$ определяется желаемым диапазоном частот, на которых предполагается работать, и емкостью конденсатора C_1. Желательно, чтобы он имел максимальную емкость не менее 100—80 *пф*. В этом случае для перекрытия диапазона 1—48 *Мгц* потребуется изготовить всего пять сменных катушек. Данные катушек приведены в табл. 10-1.

Таблица 10-1

№ катушки	Число витков	Провод	Диаметр катушки, *мм*	Длина намотки, *мм*	Диапазон, *Мгц*	Отвод от витка снизу
1	140	ПЭЛ 0,1	20	22	1—2,8	33
2	65	ПЭЛ 0,1	20	15	2,7—6	17
3	35	ПЭЛ 0,2	20	10	5,9—12	11
4	12	ПЭЛ 1,0	20	13	11,8—24	5
5	6	ПЭЛ 1,0	20	12	23—47	1,5

В схемах, изображенных на рис. 10-17 и рис. 10-19, отвод на катушках берется от среднего витка.

В ГИРе могут быть использованы и другие катушки. Диапазон частот, на которых может работать ГИР, в основном определяется примененными в нем лампами и деталями, их рациональным размещением и тщательностью выполнения монтажа. ГИР, выполненный на УКВ триодах типа 6С1П или 6С2П, с тщательно изготовленными катушками, устойчиво работает на частотах 200 *Мгц* и выше. Для частот 100—1000 *кгц* намотку катушек можно производить «внавал» проводом диаметром 0,08—0,2 *мм* на каркасах между двумя картонными щечками. Диаметр каркасов может быть взят любой (10—20 *мм*). Намотку катушек для УКВ диапазонов лучше всего производить голым медным посеребренным проводом диаметром 1—1,5 *мм*. Таким образом, в дальнейшем рабочий диапазон ГИРа легко может быть расширен в любую нужную сторону путем изготовления необходимого количества сменных катушек. Конденсатор переменной емкости C_1 лучше всего взять с воздушным диэлектриком, но в случае необходимости

в качестве его может быть использован и подстроечный керамический конденсатор типа КПК-2. Последний следует снабдить держателем с удлиненной осью, подобным описанному на стр. 360.

В качестве измерительного прибора-индикатора можно использовать магнитоэлектрические приборы с чувствительностью 100—500 *мка*. При отсутствии чувствительных приборов для индикатора можно воспользоваться миллиамперметром на 5—10 *ма*. Он включается не в сеточную, а в анодную цепь лампы генератора. В этом случае резонансная настройка генератора с частотой исследуемого контура будет отмечаться увеличением анодного тока лампы генератора.

Радиолюбителю следует напомнить, что в ГИРе хорошо работают почти все усилительные лампы (на частотах до 40 *Мгц*). При применении в приборе ВЧ пентодов следует использовать их в триодном включении (вторая и третья сетки соединяются вместе с анодом).

Для ГИРа, показанного на схеме рис. 10-18, можно использовать небольшой силовой трансформатор от радиовещательного приемника или изготовить трансформатор самостоятельно, намотав на сердечнике из пластин Ш-19 (набор 22 *мм*) обмотку *I* — 1800 витков провода ПЭЛ 0,1, обмотку *II* — 78 витков провода ПЭЛ 0,3. Для питания ГИРа от сети 127 *в* обмотка *III* должна содержать 1500, а для сети напряжением 220 *в* 2650 витков провода ПЭЛ 0,12. В последнем случае, сделав отвод от середины обмотки *III*, можно будет питать прибор от сети 110 и 220 *в*.

Полупроводниковый диод $ПП_1$ в выпрямителе (рис. 10-18) можно заменить селеновым выпрямителем, собранным из 12—15 шайб диаметром 15 *мм*. Можно в выпрямителе использовать кенотрон (например, типа 6Ц4П или 6Ц5С), в этом случае на трансформаторе $Тр_1$ следует намотать дополнительную обмотку в 78 витков провода ПЭЛ 0,6 для накала кенотрона.

Конденсатор C_2 — керамический, типа КПК-1 или КДК-1, остальные конденсаторы — слюдяные, типа КСО-1 или бумажные типа КБГИ. Конденсатор C_6 — электролитический, типа КЭ-2. Переменные сопротивления типа СП или СПО, все постоянные сопротивления — типа МЛТ или ВС.

Монтаж ГИРа производится в металлическом шасси, размеры которого определяются деталями, используемыми в схеме ГИРа. ГИР, схема которого приведена на рис. 10-18, удобнее монтировать в виде двух блоков. В одном из них размещаются силовой трансформатор $Тр_1$, детали выпрямителя и микроамперметр, в другом — все остальные детали схемы. Для подключения сменных контурных катушек $L_к$ устанавливается ламповая панелька (октальная от обычных ламп или семиштырьковая для пальчиковых ламп). Катушки монтируются на цоколях от перегоревших ламп или для них из-

готавливаются специальные основания с контактными шпильками. Детали высокочастотного генератора следует располагать таким образом, чтобы длина соединительных проводников была наименьшей; это обеспечит устойчивую работу ГИРа на частотах УКВ диапазона. Конденсатор переменной емкости C_3 следует устанавливать так, чтобы выводы от его статорных и роторных пластин находились возможно ближе к контактным лепесткам панельки для сменных катушек $L_к$. Ламповую панельку лампы $Л_1$ также располагают с расчетом наивыгоднейшего подключения ее анодной и сеточной цепей к контуру $L_кC_1$. Соединительный кабель между высокочастотным блоком и блоком питания может быть взят любой. При изготовлении ГИРа следует стремиться сделать его возможно более компактным.

НАСТРОЙКА И НАЛАЖИВАНИЕ ГИРа

После проверки цепей питания ГИРа прежде всего следует убедиться в работе генератора. Для этого в контактные гнезда ламповой панельки, предназначенной для сменных катушек, вставляют одну из катушек и, вращая движок переменного сопротивления R_3 (рис. 10-18), наблюдают за показаниями сеточного микроамперметра. В некотором начальном положении его появится сеточный ток, который должен увеличиваться по мере изменения напряжения на управляющей сетке лампы $Л_1$. Проверить наличие колебаний в контуре генератора можно также по исчезновению сеточного тока (срыву колебаний) в момент касания рукой витков катушки генератора.

Убедившись в нормальной работе генератора, переходят к определению и подгонке диапазонов. Начать следует с самого длинноволнового — 1,0—2,8 *Мгц* (катушка $L_к$). Проще всего подгонку диапазонов производить с помощью градуированного приемника. Подгонку УКВ диапазона при отсутствии соответствующего градуированного приемника можно произвести с помощью двухпроводной измерительной линии (см. стр. 375). Вся подгонка диапазонов должна производиться таким образом, чтобы нижняя крайняя частота следующего диапазона была несколько меньшей, чем высшая частота предыдущего диапазона (например, в данном случае при наибольшей частоте 2,8 *Мгц* первого диапазона второй диапазон начинается с 2,7 *Мгц*).

Первоначальная подгонка диапазонов осуществляется изменением индуктивности катушек $L_к$, отмоткой или домоткой у них нескольких витков. Более точную подгонку можно произвести укреплением внутри каркасов катушек кусочков карбонильного железа в случае необходимости увеличения индуктивности или помещением короткозамкнутых витков из медного провода — для уменьшения индуктивности катушки.

Контрольный приемник, на котором будут проверяться ГИРы, собранные по схемам рис. 10-17 и рис. 10-19, должны иметь второй гетеродин, применяемый для приема телеграфных сигналов. Для градуировки ГИРа, собранного по схеме рис. 10-18, наличие такого гетеродина в контрольном приемнике необязательно, так как в ГИРе предусмотрена модуляция несущей частоты.

Определив границы первого диапазона, переходят к следующему, обеспечивая в каждом отдельном случае перекрытие концов соседних диапазонов.

По окончании подготовки всех сменных катушек ГИРа рекомендуется для большей механической прочности и защиты от проникновения влаги произвести пропитку их изоляционным лаком (например, раствором полистирола в дихлорэтане). Еще лучше изготовить защитные цилиндры из изоляционного материала (с толщиной стенок 0,5—1 *мм*), в которые и поместить катушки. В этом случае совершенно исключается повреждение обмотки катушек при работе с ГИРом.

Для градуировки шкалы ГИР устанавливают на некотором расстоянии от контрольного приемника с таким расчетом, чтобы около катушки $L_к$ не было никаких металлических предметов и положение ГИРа оставалось бы неизменным на все время производства его градуировки. Если в используемом для градуировки КВ приемнике рабочий диапазон начинается с 1,5 *Мгц*, следует на нем принять вторую гармонику ГИРа и, разделив пополам полученное значение частоты, сделать первую отметку (риску) на шкале. Перестроив приемник на частоту, соответствующую следующей желательной отметке, ГИР подстраивают по максимуму слышимости в приемнике и делают на шкале следующую отметку и т. д. Количество отдельных значений частоты, отмеченных на шкале, зависит от желательной точности, а также от цены делений на шкале используемого для градуировки приемника. Кроме общих частотных отметок на шкале, для удобства работы с КВ и УКВ аппаратурой можно сделать дополнительные отметки крайних частот соответствующих любительских диапазонов. Если предполагается использовать ГИР для работы с радиовещательной аппаратурой, то можно принять нижнюю частоту для ГИРа в 150 *кгц* (наименьшая частота длинноволнового вещательного диапазона). Подбор катушек и градуировку ГИРа начинают с этой частоты с помощью обычного вещательного приемника с заведомо правильной шкалой.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ГИРа

Одним из наиболее распространенных случаев использования ГИРа является определение им собственной резонансной частоты различных контуров. Для этого катушку $L_к$ ГИРа

подносят к катушке колебательного контура, резонансную частоту которого предстоит определить, и вращением рукоятки конденсатора переменной емкости по резкому спаду показаний сеточного прибора ГИРа определяют момент резонанса генерируемой ГИРом частоты с частотой исследуемого контура. После этого показание частоты считывается со шкалы ГИРа или определяется по градуировочной кривой. Если при данной катушке резонанса отметить не удалось, следует взять другую катушку, из набора сменных катушек ГИРа, и повторить все сначала.

При некотором опыте производства подобных измерений обычно удается сразу выбрать нужную катушку для каждого отдельного случая. Для получения наибольшей точности измерения рекомендуется иметь возможно более слабую связь между катушкой ГИРа и исследуемым контуром, т. е. производить измерение на наибольшем, практически возможном, расстоянии между катушками, на котором удается четко зафиксировать спад тока на индикаторе ГИРа. При смене катушек ГИРа следует с помощью переменного сопротивления, стоящего в цепи индикатора, добиваться такого положения, при котором стрелка индикатора после смены катушек находилась бы примерно в одном и том же положении. В тех случаях, когда невозможно поднести ГИР непосредственно к проверяемому контуру, можно применять дополнительный отрезок коаксиального кабеля, снабженный петлей связи, подключая его к катушке ГИРа (рис. 10-20).

Коаксиальный кабель подключается к части витков катушки $L_к$ (5—10%). Катушка связи $L_{св}$ на частотах КВ и УКВ диапазонов содержит два-три витка провода ПЭЛ 0,5—1,0 (на длинноволновом диапазоне — 20—30 витков провода любого диаметра). Следует иметь в виду, что при подключении кабеля к катушке ГИРа градуировка последнего нарушается (обычно рабочая частота повышается на 3—5%).

Кроме измерения резонанса параллельных контуров, таким же методом определяются резонансные частоты кварцевых пластин (рис. 10-21), антенно-фидерных систем, конденсаторов, дросселей и других элементов радиосхем. В каждом случае катушка $L_к$ ГИРа подносится к петле связи, соединяю-

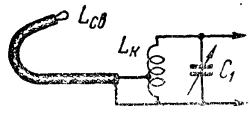


Рис. 10-20. Подключение к контуру ГИРа дополнительного витка связи

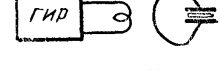


Рис. 10-21. Измерение ГИРом собственной резонансной частоты кварцевой пластины

щей концы детали (обкладки конденсатора, концы дросселя и т. д.), и по показаниям индикатора определяется момент резонанса. Когда же приходится иметь дело с контурами, зашунтированными малыми сопротивлениями, момент резонанса определить бывает весьма трудно. В этом случае рекомендуется отключать шунтирующее сопротивление от контура.

Если же обнаруживается явление расплывчатого резонанса при связи с контуром там, где можно предполагать обычные резонансные системы, то это сигнализирует о наличии короткозамкнутых витков в контуре или в параллельных ему цепях. Таким образом, ГИР поможет в некоторых случаях обнаруживать и устранять неисправности в различных узлах радиоаппаратуры.

Для определения собственной емкости монтажа схемы со всеми элементами, включая межэлектродные емкости ламп, на время измерения следует составить вспомогательный контур из катушки индуктивности, содержащей три-пять витков провода диаметром 1—2 *мм* при диаметре намотки 20—25 *мм*. Конденсатором этого контура будет емкость монтажа — шасси. После определения резонансной частоты, которая обычно лежит в пределах 20—40 *Мгц*, этот контур заменяют керамическим или слюдяным конденсатором емкостью 20—30 *пф* (желательно предварительно измерить емкость этого конденсатора) и вновь определяют резонансную частоту. По полученной разности частот можно судить об емкости монтажа данного узла.

ГИР с модулятором можно использовать как обычный сигнал-генератор для настройки супергетеродинных приемников и телевизоров. В этом случае катушку $L_к$ ГИРа подносят к сеточному контуру преобразователя и, установив по шкале

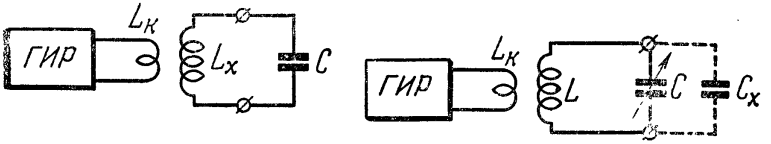


Рис. 10-22. Измерение неизвестной индуктивности или емкости

ГИРа частоту, равную промежуточной частоте приемника, настраивают контуры ПЧ приемника, ориентируясь на наибольшую громкость или на показания вольтметра, подключенного к выходу приемника. Затем, используя ГИР как волномер, устанавливают границы частоты гетеродина путем подбора индуктивности катушки и емкости сопрягающего конденсатора. В заключение, подав на вход приемника сигнал

соответствующей частоты, производят настройку входа и сопряжение контуров.

С помощью ГИРа с модулятором можно производить покаскадную проверку приемников. Для этого сигнал от ГИРа поочередно подают в сеточные цепи всех высокочастотных каскадов, начиная с последнего каскада усилителя ПЧ. Во избежание ошибки лампы предыдущих каскадов на это время удаляют.

С неменьшим успехом можно использовать ГИР в качестве чувствительного волномера. Для этого генератор устанавливают в режим срыва колебаний и таким образом превращают в регенеративный приемник со стрелочным индикатором в цепи сетки. Срыв колебаний достигается уменьшением анодного напряжения и будет характеризоваться падением сеточного тока. При поднесении катушки $L_к$ к источнику высокочастотных колебаний можно будет вновь наблюдать появление сеточного тока в момент настройки ГИРа в резонанс с источником колебаний ВЧ.

Для измерения величины неизвестной индуктивности следует составить параллельный контур из этой индуктивности и конденсатора, емкость которого точно известна, и произвести обычное измерение резонансной частоты контура (рис. 10-22). Для такого рода измерений подойдет керамический или слюдяной конденсатор емкостью порядка 100 *пф* класса точности 0 (или в крайнем случае первого класса). Величина неизвестной индуктивности может быть определена по известной нам уже формуле (см. стр. 269).

Для определения величины неизвестной емкости пользуются конденсатором, постоянная емкость которого точно известна. Сначала определяют величину индуктивности какой-либо катушки способом, который был описан выше. После этого известную емкость во вспомогательном колебательном контуре заменяют конденсатором, емкость которого желательно определить, и производят новое измерение. Неизвестная емкость определяется по формуле:

$$C_x(пф) = \frac{25\,330}{L_{мкгн} \cdot f^2_{Мгц}}.$$

Кроме перечисленных случаев применения ГИРа, имеется целый ряд других возможностей его использования, которые подскажет радиолюбителю дальнейшая практика работы с ним.

ПРОСТОЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

Для проверки, налаживания и отыскания неисправностей в радиоприемной и усилительной аппаратуре используются сигнал-генераторы и генераторы звуковых частот — приборы, вы-

рабатывающие напряжение высоких и звуковых частот. Такие приборы обычно бывают сложными и громоздкими, содержат много радиоламп и требуют для работы напряжения осветительной сети. Однако, используя полупроводниковые триоды-транзисторы, можно сделать простейший сигнал-генератор, работающий от батарей для карманного фонаря и помещающийся в кармане. Такой прибор особенно удобен в практике сельского радиолюбителя и радиомастера.

Сигнал-генератор, принципиальная схема которого приведена на рис. 10-23, позволяет получить напряжения трех фиксированных частот, лежащих в пределах длинноволнового и средневолнового диапазонов радиоволн: 85 *кгц* (3530 *м*),

Рис. 10-23. Принципиальная схема сигнал-генератора

110 *кгц* (2720 *м*) и 465 *кгц* (645 *м*). Амплитуда выходного напряжения сигнал-генератора может регулироваться от 0 до 2—3 *в* (в зависимости от диапазона). Высокочастотное напряжение может быть модулировано по амплитуде напряжением частоты 1 *кгц* с коэффициентом модуляции примерно 50%. В сигнал-генераторе предусмотрен выход для напряжения звуковой частоты 1 *кгц*, амплитуда которого может регулироваться от 0 до 2 *в*. Для питания генератора применяются четыре элемента типа ФБС или «Сатурн» или две батареи типа КБС. Общее напряжение питания не должно быть меньше 5,5 *в* Потребляемый генератором от батареи ток равен 3 *ма*.

Генератор высоких частот собран на транзисторе $ПП_3$. Транзистор работает как усилитель с нагрузкой, образованной параллельным контуром, состоящим из катушки индуктивности L_1+L_2 между точками *а*—*в* и одной из емкостей C_9, C_{10} или C_{11}. Переключение емкости изменяет резонансную частоту контура, на которой его сопротивление является наибольшим, следовательно, максимально и усиление каскада. Катушка L_3 (между точками *в*—*г*), связанная кондуктивно с контурной катушкой L_1, L_2, служит для создания положительной обратной

связи, необходимой для возникновения генерации. Напряжение, наводимое в катушке L_3 из контура L_1L_2, приложено к базе транзистора $ПП_3$ таким образом, что оно поддерживает колебания, возникающие от каких-либо причин в контуре. Причиной возникновения колебаний в контуре обычно бывает включение напряжения питания. Так как каскад сильнее всего усиливает колебания, совпадающие с резонансной частотой параллельного контура, то генерация и возникает на этой частоте.

Напряжение положительной обратной связи подается с катушки L_3 на базу транзистора $ПП_3$ через конденсатор C_7 для того, чтобы предотвратить попадание на базу постоянного напряжения от источника питания, с которым соединена катушка. Смещение, необходимое для нормальной работы транзистора, подается на базу с делителя напряжения, составленного сопротивлениями R_8 и R_9. Как известно, при изменении температуры окружающей среды ток через транзистор (при неизменных условиях питания) меняется. Чтобы изменение тока сделать меньшим, последовательно с эмиттером транзистора ставят стабилизирующее сопротивление R_{10}.

Коллектор транзистора $ПП_3$ присоединен не ко всему контуру, а лишь к части его катушки, так как выходное сопротивление транзистора относительно невелико. Если бы коллектор был подключен ко всему контуру, то он сильно шунтировал бы контур, что ухудшило бы условия возбуждения.

Напряжение высокой частоты снимается с потенциометра R_{11}, включенного в обмотку L_4 контура. Для того чтобы получить от генератора сигнал, полностью подобный сигналу, принимаемому радиоприемником из эфира, напряжение высокой частоты должно быть промодулировано низкочастотным напряжением. Напряжение низкой частоты создается генератором, работающим на двух транзисторах $ПП_1$ и $ПП_2$. В этом генераторе в качестве усилителя работает транзистор $ПП_1$. Положительная обратная связь создается фазосдвигающей цепью R_3, R_4, C_1, C_2, C_3. Эта цепь интересна тем, что она обеспечивает положительную обратную связь лишь для одной частоты, величина которой определяется соотношением выбранных емкостей и сопротивлений. При указанных в схеме величинах частота равна примерно 1 *кгц*.

Сигнал обратной связи берется не с коллектора $ПП_1$, а с эмиттера $ПП_2$, включенного по схеме с общим коллектором. Этим достигается согласование в схеме, так как выходное сопротивление $ПП_2$ примерно равно входному сопротивлению $ПП_1$. С потенциометра R_5, включенного в эмиттер $ПП_2$, напряжение низкой частоты поступает на выходное гнездо $Г_1$. Одновременно оно через сопротивление R_6 и конденсатор C_5 подается на базу генератора высокой частоты, изменяя смещение на нем с частотой 1 *кгц*. Так происходит модуляция высо-

кочастотного напряжения. Выключатель *Вк* служит для выключения модулирующего напряжения.

Смещение на базу транзистора $ПП_1$ подается через сопротивление R_2 не с коллектора, как в обычных транзисторных усилителях, а с эмиттера $ПП_2$, база которого непосредственно соединена с коллектором $ПП_1$. Напряжение на эмиттере эмиттерного повторителя, как известно, примерно равно напряжению в его базе и, следовательно, равно напряжению в коллекторе $ПП_1$. Такое включение цепи смещения создает сильную

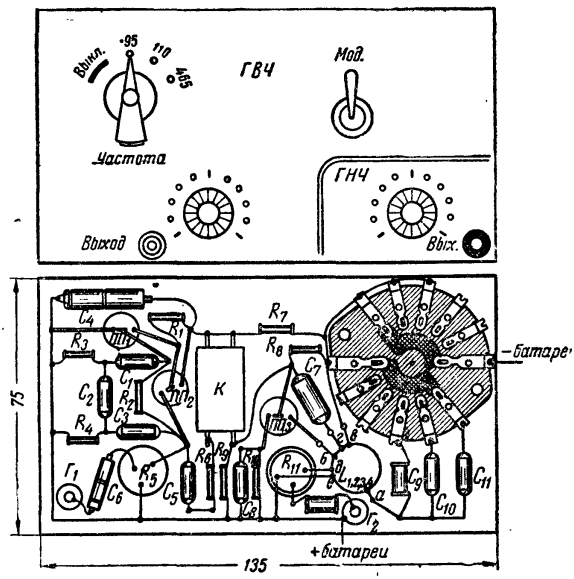


Рис. 10-24. Монтаж сигнал-генератора

отрицательную обратную связь по постоянному току, что способствует стабилизации режима обоих транзисторов при изменении температуры. Например, при увеличении температуры ток через $ПП_1$ увеличивается и отрицательное напряжение в его коллекторе уменьшается. Следовательно, уменьшается отрицательное напряжение на базе $ПП_2$ и на его эмиттере, а через сопротивление R_2 это изменение напряжения поступает на базу $ПП_1$ и его коллекторный ток уменьшается до начального значения.

На всех сопротивлениях сигнал-генератора рассеивается незначительная мощность, поэтому они могут быть любого типа. Однако для уменьшения размеров прибора желательно

применять сопротивления типа УЛМ-0,12 и потенциометры СПО-0,5. Электролитический конденсатор C_4 должен иметь рабочее напряжение не менее 6 *в*, а конденсатор C_6 — более 30 *в*. Все остальные конденсаторы могут быть любого типа. В качестве $ПП_3$ следует применять транзистор типа П6Г или П15. Применение других транзисторов возможно, но нежелательно, так как генератор работает на частоте 465 *кгц* лишь на высококачественных транзисторах. В качестве $ПП_1$ и $ПП_2$ можно применять любые низкочастотные и высокочастотные транзисторы.

Переключатель *П* — галетного типа, одноплатный, на пять положений. В первом и втором положениях переключателя генератор выключен, питание с него снято. В каждом из следующих трех положений переключателем параллельно катушке контура подключаются конденсаторы C_9, C_{10} или C_{11}, что вызывает работу генератора на одной из трех рабочих частот. Одновременно на генераторы низкой и высокой частоты подается питающее напряжение.

Катушка генератора высокой частоты намотана «внавал» на каркасе цилиндрической формы диаметром 10 *мм*. Обмотка катушки L_1 содержит 250 витков, L_2 — 150 витков, L_3 и L_4 — по 50 витков провода ПЭЛ 0,1. Так как делать катушку с двумя отводами неудобно, то все обмотки сделаны отдельно, а затем их выводы соединены в соответствии со схемой.

Монтаж схемы сигнал-генератора сделан на плате из органического стекла толщиной 2 *мм*. Расположение элементов видно на рис. 10-24. Все элементы схемы припаяны к стойкам, представляющим собой отрезки медного луженого провода диаметром 1 *мм* и длиной 10 *мм*. Для крепления стоек просверливают на плате отверстия диаметром 0,9 *мм* в тех местах, где должны стоять стойки. Затем стойку вставляют одним концом в отверстие, а на другой ее конец слегка надавливают жалом горячего паяльника. Через несколько секунд разогретые стойкой стенки отверстия в оргстекле размягчаются и стойка легко проходит сквозь плату. После этого следует сразу прекратить нагревание стойки, так как в противном случае оргстекло оплавится и диаметр отверстия значительно увеличится. После охлаждения стойка оказывается прочно скрепленной с платой сжавшимися стенками отверстия. Транзисторы укреплены в отверстиях диаметром 8 *мм*, высверленных в плате. Монтируют элементы с одной стороны платы.

Пользование прибором описано в следующей главе.

Глава одиннадцатая

НАЛАЖИВАНИЕ УСИЛИТЕЛЕЙ И ПРИЕМНИКОВ

Наиболее правильным методом налаживания радиоприемника является последовательное налаживание его основных блоков, начиная с выхода приемника (с конца). Например, в радиоприемнике прямого усиления сначала налаживают усилитель низкой частоты, затем детектор, обратную связь и, наконец, усилитель высокой частоты. Следует очень строго придерживаться именно такой последовательности. Ошибочно начинать налаживание с усилителя высокой частоты, так как нет уверенности, работает ли усилитель низкой частоты, и прием может отсутствовать, несмотря на все попытки «наладить» усилитель высокой частоты. Не следует также переходить к налаживанию последующего блока до тех пор, пока не будет хорошо настроен предыдущий.

Однако, прежде чем начинать налаживание отдельных блоков, надо обеспечить нормальные условия работы радиоаппарата в целом. К таким условиям относятся: обеспечение нормальных напряжений питания и подгонка номинальных режимов ламп (или транзисторов) всех блоков радиоаппарата.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПИТАНИЯ

При питании радиоаппарата от батарей проверяют напряжения, даваемые батареями под нагрузкой. В качестве нагрузки лучше всего использовать заведомо работающий радиоприемник. В крайнем случае можно использовать и налаживаемый приемник, предварительно тщательно проверив его электрический монтаж, особенно на отсутствие замыканий. Если напряжения батарей питания под нагрузкой не отличаются от номинальных более чем на 10—12%, то такие батареи годны к употреблению. Кроме того, напряжение батарей не должно изменяться. Падение напряжения или резкие его изменения свидетельствуют о разряде батареи или наличии в ней ненадежных контактов.

При питании радиоаппарата от сети переменного тока в первую очередь измеряют напряжение сети и производят соответствующее включение обмоток силового трансформа-

тора. Если напряжение сети меньше или больше нормального, то силовой трансформатор питающего устройства (блока выпрямителя) следует включить через автотрансформатор. После этого блок питания подсоединяют к нагрузке. Если в качестве нагрузки используют налаживаемый радиоаппарат, то, как и в предыдущем случае, вначале производят тщательную проверку его монтажа и отдельных деталей. Включают блок питания в сеть и измеряют вольтметром напряжение на выходе выпрямителя (на выходном конденсаторе фильтра). Если это напряжение много меньше номинального, то надо проверить величины сопротивлений в схеме фильтра выпрямителя, а также исправность электролитических конденсаторов фильтра, так как заниженное напряжение на выходе фильтра может быть в результате большого тока утечки этих конденсаторов. Следует также проверить исправность кенотрона (лучше всего заменой новым) или селеновых выпрямителей.

Пониженное напряжение на выходе выпрямителя может быть в результате замыкания обмоток силового трансформатора. Обнаружить такое замыкание (при отсутствии специального прибора) можно по сильному нагреву трансформатора.

Наконец отсутствие напряжения на выходе выпрямителя может явиться результатом обрыва в обмотках трансформатора или в дросселе фильтра (надо проверить целость обмоток омметром, пробником, а также измерить напряжение на обмотках трансформатора), пробоя (короткого замыкания) конденсаторов фильтра выпрямителя, а также может объясняться неисправностью кенотрона или селеновых выпрямителей.

ПОДГОНКА НОРМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЛАМП

Когда обеспечено нормальное напряжение питания, приступают к подгонке режимов работы ламп. Начинают с выходной лампы усилителя низкой частоты, так как она потребляет большой ток и поэтому сильно влияет на величину выходного напряжения выпрямителя.

Напряжение на электродах ламп зависит от величины сопротивлений, включенных в цепи этих электродов. Изменяя величины сопротивлений, можно изменять и напряжения на электродах. Подгонку режима ламп надо начинать с измерения напряжения смещения на управляющей сетке. От величины этого напряжения зависит ток, идущий через лампу, а следовательно, и напряжение на ее аноде.

Подгонку напряжения смещения производят изменением сопротивления $R_к$, включенного в катодную цепь, или соответствующего сопротивления $R_{см}$ в цепочке сопротивлений, включенных в минусовую цепь выпрямителя, в зависимости

от способа создания напряжения смещения (рис. 11-1). В последнем случае подгонку напряжения смещения надо начинать с той лампы, сопротивление смещения которой присоединено к «земле» (с лампы $Л_1$ на рис. 11-1,*б*), так как, если начать с лампы $Л_2$, подобрав сопротивление $R_{см2}$, а затем перейти к подбору сопротивления $R_{см1}$, то при этом изменится напряжение на управляющей сетке лампы $Л_2$.

Когда напряжение смещения установлено примерно нужной величины, приступают к подгонке напряжения на экранирующей сетке. Подбор напряжения на ней производят изменением сопротивления $R_э$. Для измерения напряжения на экранирующей сетке нужно обязательно применять высокоом-

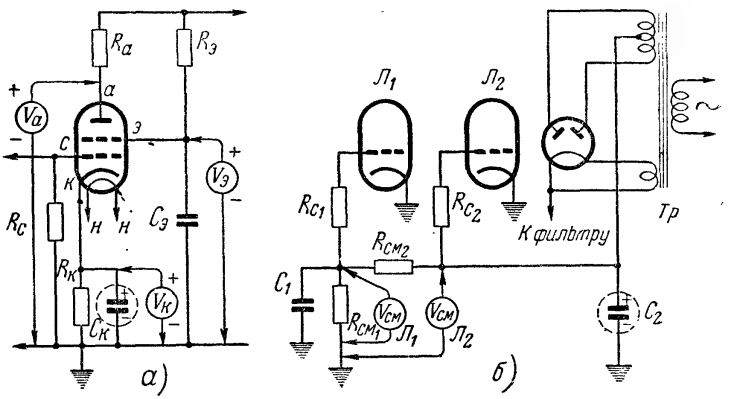


Рис. 11-1. Схемы подачи напряжения смещения на управляющую сетку лампы: *а* — схема автоматического смещения; *б* — схема получения напряжения смещения с делителя, включенного в минусовую цепь выпрямителя

ный вольтметр, иначе показания вольтметра будут сильно занижены.

Наконец приступают к подгонке напряжения на аноде лампы. Это производится изменением сопротивления $R_а$. Подобрав напряжения на аноде и экранирующей сетке лампы, следует вновь проверить напряжение смещения на управляющей сетке, и, если оно значительно изменилось, заново произвести подгонку режима.

На практике обычно измеряют напряжения на электродах ламп относительно «земли», т. е. минуса напряжения питания. В справочниках же напряжения на электродах указываются относительно катода лампы. Поэтому если лампа включена по схеме с автоматической подачей напряжения смещения на управляющую сетку (рис. 11-1,*а*), то напряжение смещения

складывается с измеряемым напряжением на электроде лампы. Это необходимо учитывать при подгонке режима оконечной лампы, у которой напряжение смещения на управляющей сетке обычно велико, порядка 10—30 *в*.

Когда режимы работы ламп подобраны, можно приступать к налаживанию радиоаппарата. Однако такое разделение понятий «подгонка режима ламп» и «налаживание радиоаппарата» условно. По существу подгонка режима ламп уже есть и налаживание. На практике редко случается, что после сборки радиоаппарата приходится лишь подобрать режим работы ламп. Обычно при подгонке режима одновременно приходится выявлять и устранять различные неисправности в каскаде, в котором работает данная лампа, без чего невозможно подогнать ее режим. Например, обрыв в анодной цепи приведет к отсутствию напряжения на аноде лампы. Чтобы подогнать анодное напряжение лампы, надо найти и устранить эту неисправность. Поэтому в дальнейшем, говоря о налаживании отдельных каскадов, мы будем указывать неисправности, которые в действительности должны быть устранены еще в процессе подгонки режимов работы ламп.

НАЛАЖИВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Чтобы определить еще до подгонки режима ламп, работает ли усилитель, включают напряжения питания и прикасаются металлической отверткой сначала к управляющей сетке выходной лампы, а затем к управляющей сетке лампы предварительного каскада усиления (регулятор громкости должен стоять в положении максимальной громкости). При этом в громкоговорителе должно появиться сильное гудение, что свидетельствует об общей исправности усилителя. Если же во время касания отверткой выходной лампы гудение появилось, а у сетки лампы каскада предварительного усиления не появилось, значит каскад предварительного усиления неисправен. Наконец если гудение вообще не появилось, то может быть неисправен выходной каскад или оба каскада сразу.

Возможны следующие неисправности:

1. Отсутствует напряжение на аноде лампы $Л_2$: обрыв в цепи анода или в первичной обмотке выходного трансформатора; первичная обмотка выходного трансформатора пробита на корпус; пробит или имеет большую утечку конденсатор C_7 (рис. 11-2).

2. Напряжение на аноде лампы $Л_2$ равно напряжению анодного питания: обрыв в цепи катода или экранирующей сетки лампы (отсутствует ток через лампу); замкнута накоротко первичная обмотка выходного трансформатора.

3. Недостаточно или отсутствует напряжение на экранирующей сетке лампы $Л_2$: обрыв в цепи экранирующей сетки;

повреждено сопротивление R_8: пробит или имеет большую утечку конденсатор C_6.

4. Напряжение смещения (напряжение на катоде) лампы $Л_2$ очень велико: обрыв в цепи катода; повреждение сопротивления R_7; большой ток утечки конденсатора C_8; замыкание цепи управляющей сетки с катодом лампы.

5. Напряжение на катоде лампы $Л_2$ отсутствует или очень мало: замкнуто сопротивление R_7; пробит конденсатор C_8.

6. Отсутствует напряжение на аноде лампы $Л_1$: обрыв в

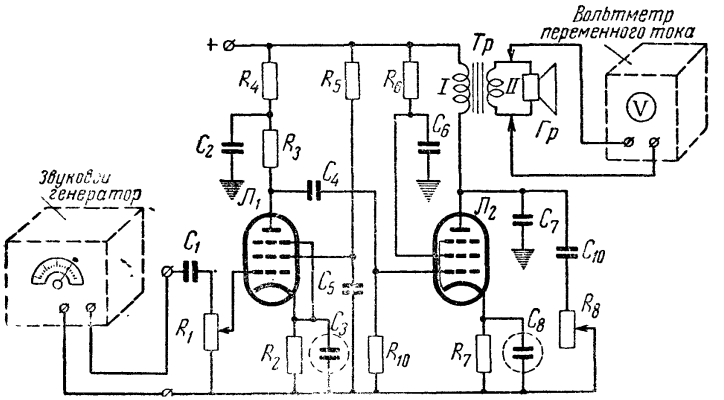


Рис. 11-2. Принципиальная схема усилителя низкой частоты

анодной цепи; перегорело сопротивление R_3 или R_4; пробит конденсатор C_2.

7. Напряжение на аноде лампы $Л_1$ равно напряжению анодного питания: обрыв в цепи катода лампы, сгорело сопротивление R_2; отсутствует напряжение на экранирующей сетке.

8. Очень мало напряжение на аноде лампы $Л_1$: отсутствует смещение на управляющей сетке (очень большой ток через лампу); чрезмерное напряжение на экранирующей сетке; увеличилось сопротивление R_3 или R_4.

9. Отсутствует напряжение на экранирующей сетке лампы $Л_1$: перегорело сопротивление R_5 или пробит конденсатор C_5.

10. Отсутствует напряжение смещения (напряжение на катоде) лампы $Л_1$: замкнулся конденсатор C_3 или замкнулось сопротивление R_2.

11. Напряжение на катоде лампы $Л_1$ очень велико: обрыв в цепи катода; перегорело сопротивление R_2.

Когда усилитель заработает, т. е. будет возникать гудение при прикосновении отверткой к управляющим сеткам ламп $Л_1$ и $Л_2$, надо убедиться, что усилитель не самовозбуждается.

Самовозбуждение проявляется в том, что в громкоговорителе усилителя слышен звук определенного тона: или очень высокий, или низкий, порядка 200 *гц*. Иногда возникает так называемый «моторный шум» — генерация на очень низкой частоте. В большинстве случаев причиной самовозбуждения являются паразитные обратные связи между каскадами. Эти связи чаще всего возникают через анодные цепи каскадов или через источник напряжения смещения, если он общий для всех каскадов.

Бороться с самовозбуждением можно прежде всего рациональным монтажом, при котором сеточные и анодные цепи каскадов экранированы друг от друга и имеют минимальную длину, установкой развязывающих фильтров в анодных цепях (например, R_4C_2 на рис. 11-2), увеличением емкости выходного конденсатора фильтра выпрямителя, а также включением развязывающих фильтров в сеточные цепи при подаче напряжений смещения от общего делителя (рис. 11-1,*б*). В батарейном приемнике самовозбуждение усилителя низкой частоты может возникнуть при истощении анодной батареи. В этом случае, если нельзя заменить батарею, для прекращения самовозбуждения параллельно батарее следует подключить конденсатор емкостью 10—20 *мкф*.

Самовозбуждение, выражающееся в свистах очень высоких тонов при максимальном усилении, обычно вызывается емкостной связью между анодом оконечной лампы и сеточной цепью первой лампы усилителя. Для устранения этой связи надо экранировать сеточный провод первой лампы усилителя (он обычно идет к регулятору громкости и поэтому имеет значительную длину), удалить на максимальное расстояние выходной трансформатор от первой лампы, а также провода, идущие от анода выходной лампы к этому трансформатору. Наконец совершенно необходимо заземлить баллоны металлических ламп.

При прерывистой генерации, если ее не удается устранить описанными выше мерами, надо попробовать уменьшить емкость переходного конденсатора C_4 (но не менее 0,02 *мкф*), а затем сопротивление утечки R_{10}.

Когда усилитель будет устойчиво работать, переходят к регулировке качества воспроизведения. Для этого громкоговоритель усилителя помещают в предназначенный для него ящик, присоединяют к усилителю граммофонный проигрыватель и оценивают качество звучания.

Воспроизведение будет естественным, если усилитель равномерно усиливает все частоты звукового диапазона. Большое влияние на качество воспроизведения оказывает правильный выбор режимов работы ламп, особенно напряжений смещения. При плохом воспроизведении низких частот надо увеличить емкость переходного конденсатора C_4, а также

емкости конденсаторов C_3 и C_8. При плохом воспроизведении высоких частот надо уменьшить емкость конденсатора C_7, а также подобрать величины конденсатора C_{10} и сопротивления R_8.

Заключение о работе усилителя низкой частоты можно сделать, прослушав воспроизведение хорошей грампластинки.

Иногда работа усилителя низкой частоты, питаемого от сети переменного тока, сопровождается фоном — низким равномерным гудением. Причина появления фона — или плохая фильтрация выпрямленного напряжения, или наведение переменного тока в сеточных цепях ламп. Для уточнения надо соединить управляющую сетку выходной лампы усилителя с «землей». Если фон останется, значит плоха фильтрация выпрямленного тока и надо проверить исправность электролитических конденсаторов фильтра выпрямителя. Плохая фильтрация может быть и в результате замыкания витков в сглаживающем дросселе фильтра выпрямителя.

Если же при замыкании управляющей сетки выходной лампы на «землю» фон исчезнет, то следует, по возможности, уменьшить длину проводов в цепях управляющих сеток ламп, экранировать их металлической оплеткой («металлическим чулком»), тщательно соединив экран с «землей». Кроме того, надо удалить от сеточных цепей провода, несущие переменный ток промышленной частоты, например провода накала ламп, выключателя сети и т. д.

Иногда фон переменного тока возникает только во время приема радиостанции. Чтобы устранить его, надо заблокировать каждую половину повышающей обмотки силового трансформатора конденсаторами емкостью 0,01 *мкф* с рабочим напряжением 500 *в*.

Закончив налаживание усилителя низкой частоты, приступают к настройке других каскадов. Рассмотрим сначала налаживание их в приемнике прямого усиления.

НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

Детектор. Перед началом налаживания надо установить режим детекторной лампы. В приемнике прямого усиления обычно применяется сеточный детектор, работающий при пониженном анодном напряжении, порядка 60—120 *в*. Поэтому напряжение на экранирующей сетке лампы тоже понижено и составляет $^1/_2$—$^3/_4$ напряжения на аноде. Напряжение на катоде может быть равно либо нулю (если лампа используется только в качестве сеточного детектора), либо составлять 0,5—1,5 *в* (если лампа работает и в качестве усилителя низкой частоты при воспроизведении грамзаписи).

При подгонке режима лампы можно встретиться со следующими неисправностями:

— отсутствует напряжение на аноде лампы: обрыв анодной цепи; сгорели сопротивления (или одно из них) анодной цепи; пробит конденсатор C_1 или C_7 (рис. 11-3);

— напряжение на аноде лампы очень велико и почти равно напряжению питания: обрыв в цепи катода; отсутствие напряжения на экранирующей сетке;

— отсутствует напряжение на экранирующей сетке: сгорело сопротивление R_7; пробит конденсатор C_9;

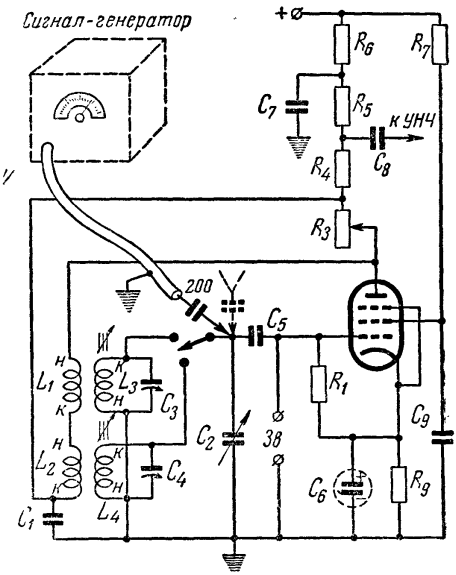


Рис. 11-13. Принципиальная схема сеточного детектора

— напряжение на катоде отсутствует или чрезмерно велико: проверить катодную и сеточную цепи (сопротивления R_1 и R_9, конденсаторы C_2, C_5, C_6, а также конденсатор связи с усилителем высокой частоты).

Когда режим лампы детектора установлен, переходят к регулировке обратной связи. Нормально работающая обратная связь должна создавать увеличение чувствительности приемника, а следовательно, и громкости приема. Признаком нормальной работы обратной связи служит характерный шорох при регулировке сопротивления R_3, а при определенном положении ручки этого сопротивления — щелчок.

Перед налаживанием обратной связи надо убедиться, что

детекторный каскад не самовозбуждается. Для этого замыкают катушки обратной связи L_1 и L_2 и, вращая ручку настройки приемника (конденсатор C_2), проверяют, не появляется ли в каких-либо точках поддиапазонов приемника свист, который является признаком самовозбуждения. Если самовозбуждение обнаружено, нужно увеличить величину сопротивления R_6 и конденсатора C_7 развязывающего фильтра, а также фильтра в анодной цепи усилителя высокой частоты. Если это не поможет, надо перемонтировать детекторный каскад, по возможности уменьшая длину сеточных цепей, применяя экранировку и т. п.

Далее следует проверить наличие генерации на всех точках поддиапазонов. Генерация должна возникать плавно и заканчиваться щелчком примерно при одном и том же положении ручки регулятора обратной связи (сопротивление R_3) на всех точках поддиапазонов. Если генерация не возникает, то следует поменять местами концы катушек обратной связи, а если это не поможет — увеличить число витков катушек обратной связи. Следует помнить, что работа обратной связи во многом зависит от режима детекторной лампы, причем увеличение напряжения на ней ухудшает работу обратной связи.

В заключение наладки детектора оценивают его работу во время приема радиостанций. Для этого к конденсатору C_5 присоединяют антенну через конденсатор емкостью 10—15 *пф* (на рис. 11-3 это показано пунктиром) и, вращая ручку настройки (конденсатор C_2), настраиваются на хорошо слышимую радиостанцию. При работе детектора с искажениями надо более тщательно подобрать режим лампы и величины сопротивления R_1 и конденсатора C_5.

Когда детектор налажен, приступают к настройке его контуров L_3C_3 и L_4C_4. Лучше всего это сделать при помощи высокочастотного генератора стандартных сигналов (ГСС). Сигнал-генератор присоединяют к конденсатору C_5 через конденсатор емкостью 200 *пф* и настраивают на крайнюю низшую частоту средневолнового поддиапазона, обычно 520 *кгц*. После этого включают модуляцию сигнал-генератора, устанавливают его выходное напряжение максимальным и настраивают на эту же частоту приемник, переключив его на средневолновый поддиапазон и медленно вводя конденсатор настройки C_2. Когда приемник будет настроен на частоту сигнал-генератора, в громкоговорителе приемника будет слышен тон модуляции частоты сигнал-генератора. По мере подстройки приемника величину выходного напряжения сигнал-генератора надо уменьшать, а усиление приемника — увеличивать. Это позволит точно настроиться на частоту сигнал-генератора.

Можно вместо настройки на слух вести настройку по вольтметру переменного тока, включив его вместо звуковой катушки громкоговорителя. При точной настройке приемника на частоту сигнал-генератора показания вольтметра будут максимальными.

Далее поступают следующим образом. Частота 520 *кгц*, на которую настроены сигнал-генератор и приемник, является минимальной частотой средневолнового поддиапазона. Однако предположим, что стрелка шкалы приемника при настройке его на эту частоту не оказалась в крайнем положении. Следовательно, надо уменьшить индуктивность катушки L_4 колебательного контура детектора приемника таким образом, чтобы приемник настраивался на частоту 520 *кгц* при полностью введенном конденсаторе настройки C_2 (подстроечный конденсатор C_4 при этом должен находиться в среднем положении). Уменьшить индуктивность катушки можно или вывертыванием ее высокочастотного магнитного сердечника, или, если его нет, уменьшением числа витков катушки.

Но может случиться, что приемник невозможно настроить на частоту сигнал-генератора даже при полностью введенном конденсаторе настройки C_2. Это означает, что настройка контура сдвинута в коротковолновую сторону поддиапазона. В этом случае конденсатор настройки C_2 устанавливают на максимальную емкость (полностью вводят) и начинают вывертывать сердечник катушки индуктивности или добавлять витки катушки до тех пор, пока приемник не окажется настроенным на частоту сигнал-генератора.

Когда низкочастотный конец поддиапазона «уложен», перестраивают сигнал-генератор на максимальную частоту средневолнового поддиапазона, обычно 1600 *кгц*. На эту же частоту настраивают и приемник. Если при этом окажется, что приемник настраивается на эту частоту не на крайнем делении шкалы, а ранее, при не полностью выведенном конденсаторе настройки C_2, значит мала начальная емкость контура. Поэтому надо увеличить емкость подстроечного конденсатора C_4 или даже включить параллельно ему конденсатор небольшой емкости в 10—30 *пф*. Наоборот, если на частоту 1600 *кгц* невозможно настроиться даже при полностью выведенном конденсаторе настройки C_2, то это означает, что начальная емкость контура велика и надо уменьшить емкость подстроечного конденсатора C_4. Таким образом, регулируя подстроечный конденсатор C_4 и конденсатор настройки C_2, можно точно «уложить» частоту 1600 *кгц* на крайнее деление шкалы приемника.

Однако изменение начальной емкости контура скажется на настройке контура и в низкочастотном конце поддиапазона. Поэтому когда будет «уложен» высокочастотный конец поддиапазона, возвращаются к его низкочастотному концу и

регулировкой положения сердечника (изменением индуктивности катушки) вновь «укладывают» частоту 520 *кгц* на крайнее деление шкалы приемника. Затем возвращаются к высокочастотному концу поддиапазона и регулировкой емкости подстроечного конденсатора «укладывают» частоту 1 600 *кгц* и т. д., пока поддиапазон не ляжет точно в пределы шкалы приемника.

Точно так же производят настройку и длинноволнового контура детектора. После этого настройка детектора может быть закончена.

Часто бывает, что в распоряжении радиолюбителя нет сигнал-генератора. В этом случае укладку поддиапазонов можно произвести при приеме радиостанций, частоты которых известны. Для этого к детектору присоединяют антенну и принимают радиостанции, частоты которых расположены в конце и начале поддиапазона. Сравнивая их положение на шкале приемника с расчетным, соответствующим образом настраивают контуры детектора.

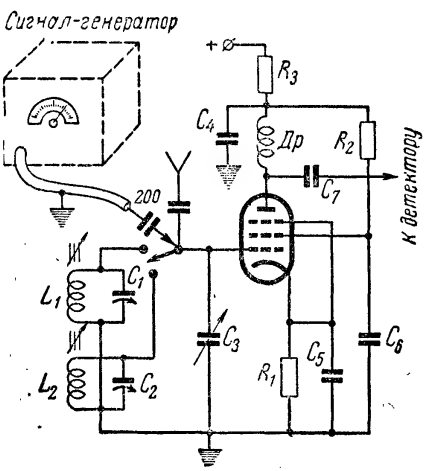


Рис. 11-4. Принципиальная схема усилителя высокой частоты

Очень хорошо при настройке контуров по частотам радиостанций иметь для сравнения другой радиоприемник с градуированной шкалой. В этом случае, сравнивая положение радиостанции на шкале градуированного приемника с положением радиостанции на шкале настраиваемого приемника, легче правильно отрегулировать его контуры. Кроме того, в

этом случае нет необходимости точно знать частоты радиостанций.

Усилитель высокой частоты. Налаживание усилителя высокой частоты начинают с подбора режима лампы. Режим подгоняют обычным методом, а возможные при этом неисправности примерно те же, что и в детекторном каскаде. Так при отсутствии напряжения на аноде лампы надо проверить обмотку высокочастотного дросселя *Др*, а также сопротивление R_3; кроме того, может быть пробит конденсатор C_4 (рис. 11-4).

При налаживании усилителя высокой частоты можно столкнуться с его самовозбуждением. Паразитная генерация усилителя высокой частоты выражается в свистах, сильном шипении и т. п. При настройке на слабо слышимую станцию приемник с самовозбуждающимся усилителем высокой частоты будет сильно свистеть.

Самовозбуждение возникает в результате паразитной связи между сеточной и анодной цепями лампы или между цепями разных каскадов (при многокаскадном усилителе высокой частоты). Такие связи могут появиться вследствие неудачного монтажа, когда, например, близко расположены провода сеточной и анодной цепей, которые к тому же достаточно длинны. Самовозбуждение может появиться и в результате неправильно выбранного режима лампы, особенно при малом напряжении на управляющей сетке или слишком большом напряжении на экранирующей сетке. Подгонять режим лампы надо при сорванной паразитной генерации, для чего управляющую сетку этой лампы соединяют с «землей» через конденсатор емкостью 0,1 *мкф*. Кроме того, самовозбуждение может вызывать индуктивная связь контурных катушек различных каскадов или связь контурных катушек с анодной цепью лампы.

Борьба с самовозбуждением заключается в рациональном монтаже, причем следует по возможности уменьшать длину проводов в сеточных и анодных цепях. Нельзя располагать их близко друг к другу. Контурные катушки, если они большого диаметра, надо экранировать (катушки на ферритах и прочие малогабаритные катушки с малым полем рассеяния экранировать обычно не требуется).

Все цепи, которые являются общими для лампы усилителя высокой частоты и детектора, например анодная цепь, или для всех каскадов при многокаскадном усилителе, должны быть снабжены развязывающими фильтрами (R_3C_4 на рис. 11-4).

После подгонки режима лампы и устранения самовозбуждения, если оно имелось, приступают к настройке контуров усилителя высокой частоты. Для этого к зажиму «Антенна» приемника присоединяют выход сигнал-генератора (рис. 11-4). Частоту сигнал-генератора устанавливают равной низшей

частоте средневолнового поддиапазона (520 *кгц*) и настраивают на эту частоту приемник по максимальной громкости или максимальному отклонению стрелки вольтметра на выходе. Затем, регулируя положение сердечника катушки L_2 средневолнового поддиапазона, добиваются максимальной громкости или максимального отклонения стрелки вольтметра. По мере подстройки контура усилителя высокой частоты выходное напряжение сигнал-генератора надо уменьшать, чтобы не вызывать перегрузку приемника. Это позволит точнее подстроить приемник и контур усилителя высокой частоты на частоту сигнал-генератора.

Если катушка не имеет сердечника, то ее индуктивность изменяют сматыванием или домотыванием нескольких витков. Узнать, что делать, можно следующим образом. Берут магнетитовый или какой-либо другой высокочастотный магнитный сердечник и медленно вносят его в катушку или просто сбоку подносят к виткам. Если при некотором положении сердечника будет получено хотя бы некоторое увеличение громкости, то индуктивность катушки надо увеличить, т. е. домотать некоторое количество витков, причем тем больше, чем больше было увеличение громкости. И, наоборот, если введение сердечника уменьшило громкость, нужно уменьшить индуктивность катушки, т. е. отмотать некоторое количество витков. В последнем случае следует соблюдать осторожность и не отматывать много витков, так как уменьшение громкости при введении магнитного сердечника будет наблюдаться и в том случае, если катушка была правильно настроена. Поэтому надо отмотать немного витков и вновь проверить настройку введением сердечника. Если при этом громкость немного увеличится, значит было отмотано излишне много витков.

Еще удобнее иметь два сердечника — магнетитовый и латунный. При введении латунного сердечника индуктивность катушки уменьшается. Поэтому, если при введении этого сердечника было получено увеличение громкости, надо уменьшить число витков катушки. Правильно катушка будет настроена в том случае, когда громкость будет уменьшаться как при введении в катушку магнетитового, так и латунного сердечников.

Когда низкочастотный конец поддиапазона настроен, переводят частоту сигнал-генератора и настройку приемника на высокочастотный конец поддиапазона и добиваются максимального отклонения стрелки вольтметра на выходе приемника (или максимальной громкости) регулировкой подстроечного конденсатора C_2 контура средневолнового поддиапазона. После этого возвращаются к низкочастотному концу и вновь подстраивают индуктивность контура. Потом опять переходят к высокочастотному концу и подстраивают начальную емкость контура и т. д.

Когда средневолновый диапазон настроен, таким же образом настраивают и длинноволновый.

При отсутствии сигнал-генератора настройку контуров усилителя высокой частоты можно произвести во время приема радиостанций. Для этого к приемнику присоединяют антенну и настраивают ее на какую-либо хорошо слышимую радиостанцию, работающую в низкочастотной части средневолнового поддиапазона, а затем на радиостанцию, работающую в высокочастотной части этого поддиапазона. Настройка контуров усилителя высокой частоты в этом случае ничем не отличается от описанной выше.

Настройку контуров детектора и усилителя высокой частоты принципиально можно начинать с любого поддиапазона. Однако, если катушка средневолнового поддиапазона составляет часть катушки длинноволнового (при работе в диапазоне длинных волн катушка этого поддиапазона включает в себя и катушку средневолнового поддиапазона, рис. 11-5), начинать настройку надо обязательно со средневолнового поддиапазона, а при настройке длинноволнового не трогать подстроечный конденсатор катушки средневолнового поддиапазона.

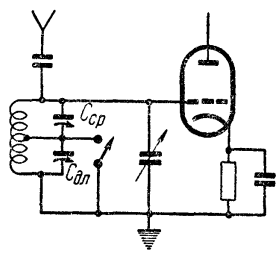


Рис. 11-5 Катушка средневолнового поддиапазона составляет часть катушки длинноволнового поддиапазона

НАЛАЖИВАНИЕ СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО ПРИЕМНИКА

Налаживать супергетеродинный приемник сложнее, чем приемник прямого усиления, особенно без применения высокочастотного сигнал-генератора. Поэтому следует приложить все усилия, чтобы достать сигнал-генератор на время налаживания. Но можно настроить супергетеродинный приемник и без сигнал-генератора, хотя это значительно труднее.

Сначала, как обычно, налаживают усилитель низкой частоты, затем детектор. Систему АРУ (автоматической регулировки громкости) в начальной стадии налаживания и настройки приемника рекомендуется выключить, замкнув накоротко сопротивление нагрузки диода АРУ.

Диодный детектор и система АРУ супергетеродинного приемника практически не требуют налаживания. Все неполадки в их работе могут возникнуть только из-за неправильного монтажа, пришедшей в негодность лампы или неисправных сопротивлений и конденсаторов.

Проверить работу диодного детектора можно при помощи сигнал-генератора. Для этого его настраивают на промежуточную частоту приемника (обычно 465 *кгц*), включают его модуляцию и через конденсатор емкостью 200 *пф* подают напряжение сигнал-генератора на последний контур промежуточной частоты, подключенный к аноду диодного детектора. При нормальной работе детектора в громкоговорителе приемника будет слышен тон модуляции сигнал-генератора. Выходное напряжение сигнал-генератора при этом должно быть порядка 1 *в*.

Усилитель промежуточной частоты. В начале налаживания подгоняют режим лампы (или ламп, если усилитель многокаскадный). Этот процесс ничем не отличается от подгонки режима детекторной лампы или лампы усилителя высокой частоты приемника прямого усиления. Аналогичны и встречаю-

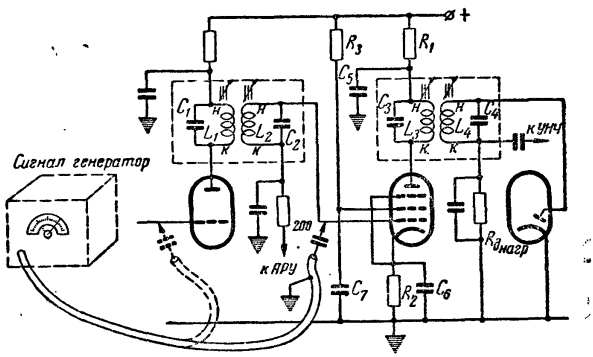


Рис. 11-6. Принципиальная схема усилителя промежуточной частоты

щиеся при этом неисправности. Так, отсутствие анодного напряжения на лампе может явиться результатом обрыва в анодной цепи, например в катушке L_3 промежуточной частоты, замыкания конденсатора C_5 (рис. 11-6) и т. п.

Затем проверяют, не самовозбуждается ли усилитель. Для этого на выход усилителя низкой частоты приемника включают вольтметр переменного тока, регулятор громкости устанавливают на максимум и наблюдают за положением стрелки. Если усилитель промежуточной частоты самовозбуждается, то стрелка колеблется. Колебание стрелки может сопровождаться свистами меняющегося тона (при подключении антенны к управляющей сетке смесительной части лампы преобразователя) или сильным шипением.

Конечно, при такой проверке предварительно должен быть налажен усилитель низкой частоты, чтобы была уверенность в его нормальной работе и отсутствии в нем самовозбуждения. Чтобы убедиться, что самовозбуждается именно усилитель промежуточной частоты, надо вынуть лампу детектора; колебания стрелки при этом должны прекратиться. Другим индикатором наличия самовозбуждения усилителя промежуточной частоты может служить миллиамперметр, включенный между сопротивлением анодной нагрузки лампы этого усилителя и плюсом анодного питания. Миллиамперметр надо зашунтировать на «землю» конденсатором емкостью 0,1 *мкф*, включив его между шасси и выводом миллиамперметра, присоединенным к сопротивлению нагрузки. Признаком самовозбуждения усилителя будет изменение показаний миллиамперметра при замыкании накоротко контура промежуточной частоты в цепи управляющей сетки лампы усилителя.

Причины самовозбуждения усилителя промежуточной частоты те же, что и самовозбуждения усилителя высокой частоты приемника прямого усиления. Аналогичны и меры борьбы с самовозбуждением. В основном они сводятся к такому изменению монтажа, при котором будут устранены паразитные связи между различными цепями. Для этого надо разнести подальше друг от друга проводники различных цепей, в особенности анодной и сеточной, и сделать их минимальной длины. Трансформаторы промежуточной частоты должны быть заключены в хорошо «заземленные» экраны. Кроме того, надо попробовать увеличить емкости конденсаторов развязывающих фильтров, сменить лампу усилителя, поменять местами концы обмоток трансформаторов промежуточной частоты, уменьшить напряжение на экранирующей сетке лампы усилителя промежуточной частоты. Наконец можно попробовать несколько увеличить отрицательное смещение на управляющей сетке этой лампы. Однако это — крайнее средство, так как хотя самовозбуждение при этом почти наверняка исчезнет, но уменьшится и усиление по промежуточной частоте.

Выявить цепь, виновную в возникновении самовозбуждения, можно, прикоснувшись к этой цепи; при этом показания индикатора должны измениться. Кроме того, рекомендуется палочкой из изоляционного материала слегка изменять положение сеточных и анодных цепей, отодвигать их друг от друга и т. п., наблюдая при этом за показаниями индикатора. Если показания его изменяются, это служит признаком, что данная деталь или провод участвуют в цепи паразитной связи, способствующей возникновению самовозбуждения.

Далее переходят к настройке контуров промежуточной частоты. Перед началом настройки для большей точности желательно прекратить работу гетеродина приемника. Для этого можно вынуть лампу гетеродина (если гетеродин работает на

отдельной лампе) или шунтировать контур гетеродина конденсатором большой емкости. Если настраиваемый приемник всеволновый, то вместо этого можно поставить переключатель поддиапазонов в положение «длинных волн», а конденсатор настройки — в положение максимальной емкости, т. е. настроиться на минимальную частоту длинноволнового поддиапазона.

Далее частоту сигнал-генератора устанавливают равной промежуточной частоте приемника, включают модуляцию и через конденсатор емкостью 200 *пф* подают напряжение сигнал-генератора на управляющую сетку лампы усилителя промежуточной частоты (если усилитель промежуточной частоты многокаскадный, то на управляющую сетку лампы последнего каскада). После этого начинают увеличивать выходное напряжение сигнал-генератора до тех пор, пока в громкоговорителе приемника не будет услышан тон модуляции сигнал-генератора, или вольтметр постоянного тока, включенный на выходе детектора (параллельно нагрузке детектора), даст хорошо заметное отклонение. В последнем случае частота сигнал-генератора может быть не модулирована. Если же настройка ведется по максимальной громкости в громкоговорителе приемника, то регулятор громкости должен быть в положении максимального усиления.

После этого настраивают последний контур промежуточной частоты L_4C_4, присоединенный к детектору, на максимум громкости тона модуляции или на максимум отклонения стрелки вольтметра. Для этого вращают магнитный сердечник катушки этого контура и следят за показаниями индикатора. Если, например, ввертывание сердечника вызывает уменьшение громкости, то сердечник надо вращать в другую сторону. Правильная настройка контура будет в том случае, когда вращение сердечника в обе стороны от некоторого положения будет вызывать уменьшение показаний индикатора (или уменьшение громкости).

В процессе настройки контура промежуточной частоты можно столкнуться с таким явлением, когда громкость тона модуляции будет продолжать увеличиваться до полного, например, вывертывания сердечника. Это означает, что велика индуктивность катушки L_4 настраиваемого контура промежуточной частоты. В этом случае надо уменьшить емкость конденсатора C_4, включенного параллельно катушке L_4, а если это не поможет, то отмотать некоторое количество витков катушки. И, наоборот, если громкость тона модуляции продолжает увеличиваться до полного ввертывания сердечника, то надо либо увеличить емкость конденсатора C_4, либо добавить витки в катушке L_4.

В процессе настройки контура промежуточной частоты надо все время следить за уровнем выходного напряжения сиг-

нал-генератора, уменьшая его по мере подстройки контура до такого значения, при котором громкость тона модуляции не будет большой. В противном случае в приемнике возникнут искажения и точная настройка контура будет невозможна.

Когда контур L_4C_4 промежуточной частоты настроен, переходят к настройке контура L_3C_3, включенного в анодную цепь лампы усилителя промежуточной частоты. Настройка его ничем не отличается от настройки контура L_4C_4.

Изменение параметров контура L_3C_3 (изменение индуктивности катушки или емкости конденсатора) вызывает некоторую расстройку контура L_4C_4, поэтому после настройки на промежуточную частоту контура L_3C_3 надо произвести подстройку контура L_4C_4, а затем вновь подстроить контур L_3C_3. и так до тех пор, пока оба контура не будут точно настроены на промежуточную частоту.

Если в налаживаемом приемнике применяются заводские трансформаторы промежуточной частоты, то на этом настройку трансформатора $L_3C_3 — L_4C_4$ можно считать законченной. Если же трансформаторы промежуточной частоты самодельные, то после настройки контуров на промежуточную частоту надо подобрать наивыгоднейшую связь между катушками L_3 и L_4. Для этого изменяют частоту сигнал-генератора в небольших пределах около номинального значения промежуточной частоты и следят за показаниями индикатора настройки. Если показания индикатора или громкость тона модуляции будут только уменьшаться, то несколько сближают катушки L_3 и L_4 и вновь подстраивают контуры L_4C_4 и L_3C_3 в резонанс с промежуточной частотой. Напряжение на выходе приемника при этом должно увеличиться. После этого опять изменяют в некоторых пределах частоту сигнал-генератора, следя за показаниями индикатора настройки. Если его показания опять только уменьшаются, то вновь несколько сближают катушки L_3 и L_4 и т. д. Если же при изменении частоты сигнал-генератора индикатор на выходе приемника или на выходе детектора отмечает два максимума: один на частоте несколько большей, а другой на частоте несколько меньшей промежуточной, это означает, что связь между катушками L_3 и L_4 стала больше критической. В этом случае надо несколько увеличить расстояние между катушками (уменьшить связь между ними), подстроить контуры L_4C_4 и L_3C_3 в резонанс с промежуточной частотой и вновь проверить форму резонансной кривой — она должна иметь один хорошо выраженный максимум на промежуточной частоте.

Когда трансформатор промежуточной частоты $L_3C_3 — L_4C_4$ окончательно настроен, выходное напряжение сигнал-генератора подают на управляющую сетку предыдущего каскада усилителя промежуточной частоты, а если усилитель однокаскадный, — на управляющую сетку смесительной части

лампы преобразователя. Настройку трансформатора промежуточной частоты L_1C_1—L_2C_2 начинают с контура L_2C_2, а после его настройки переходят к контуру L_1C_1. Процесс настройки аналогичен настройке трансформатора L_3C_3 — L_4C_4.

В супергетеродинных приемниках часто применяют оптический индикатор настройки, так называемый «глазок». Этот «глазок» очень удобно использовать в качестве индикатора выхода вместо громкоговорителя или вольтметра. Настройке контура в резонанс с промежуточной частотой будет соответствовать максимальное сужение темного сектора — максимальное схождение светлых краев экрана. Когда эти края сомкнутся, выходное напряжение сигнал-генератора надо уменьшить, чтобы светлые края несколько разошлись, и продолжать настройку.

Преобразователь. Преобразователь супергетеродинного приемника может работать либо на одной, либо на двух лампах. В первом случае одна и та же лампа работает в схеме гетеродина и смесителя, во втором — эти функции выполня-

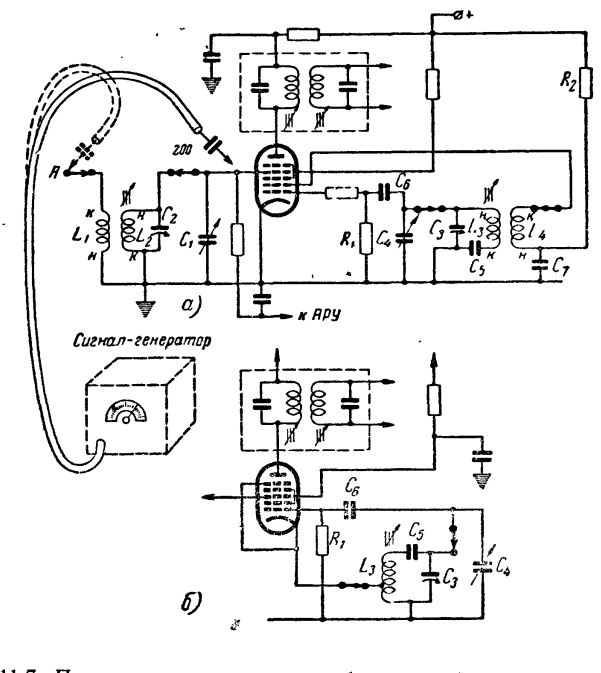


Рис. 11-7. Принципиальные схемы преобразователей частоты: *а* — схема с индуктивной обратной связью; *б* — трехточечная схема

ются отдельными лампами. Методика налаживания преобразователя в обоих случаях одинакова.

Налаживание преобразователя начинают с гетеродина. В радиовещательных приемниках применяют две схемы гетеродина: с индуктивной обратной связью (рис. 11-7,*а*) и трехточечную схему (рис. 11-7,*б*).

Начнем с первой схемы. Прежде всего подгоняют режим лампы преобразователя (или гетеродина, если она отдельная) и проверяют наличие генерации. В качестве индикатора генерации используют миллиамперметр со шкалой 5—10 *ма*, включив его между сопротивлением R_2 и плюсом анодного напряжения. Если гетеродин генерирует, то прикасание металлической отвертки к управляющей сетке гетеродинной части лампы или к конденсатору C_6 приведет к резкому изменению показаний миллиамперметра. При отсутствии генерации надо тщательно проверить правильность монтажной схемы гетеродина, убедиться в отсутствии обрывов и замыканий в катушках и проверить конденсаторы. Особое внимание надо обратить на включение катушки обратной связи: если катушки L_3 и L_4 намотаны в одну сторону, то к управляющей сетке лампы и к аноду гетеродинной части лампы должны подключаться разные концы (рис. 11-7,*а*).

Если схема гетеродина собрана правильно (лампа гетеродина заведомо исправна и режим ее нормальный), а генерации все же нет, надо несколько повысить напряжение на аноде гетеродина, т. е. уменьшить сопротивление R_2. Если это не даст результата, надо увеличить обратную связь, приблизив катушку L_4 к катушке L_3, или даже увеличить число витков катушки L_4. Однако это надо делать осторожно, так как сильная обратная связь вредна.

Когда генерация будет получена, проверяют ее устойчивость в пределах поддиапазона и наличие ее на всех поддиапазонах. Для этого вращают конденсатор настройки и следят за показаниями миллиамперметра: они должны изменяться плавно и в небольших пределах, нигде не доходя до срыва (резкое изменение показаний). Если срывы существуют, их устраняют незначительным увеличением анодного напряжения гетеродина или очень незначительным увеличением обратной связи.

Если на высокочастотных концах поддиапазонов возникает прерывистая генерация («капание»), то ее устраняют уменьшением величины сопротивления R_1 или конденсатора C_6. При слишком большой и бурно возникающей генерации, выражающейся в резком изменении показаний миллиамперметра, надо уменьшить обратную связь, а также уменьшить величину сопротивления R_1 и подобрать значение емкости конденсатора C_6.

В гетеродине может возникнуть и паразитная генерация,

т. е. колебания на частоте, отличной от основной частоты гетеродина. Признаком такой генерации являются резкие изменения показаний миллиамперметра на небольшом участке поддиапазона. Чтобы устранить такую генерацию, включают в цепь управляющей сетки лампы гетеродина небольшое проволочное сопротивление (на рис. 11-7,*а* показано пунктиром), причем подбирают наименьшую его величину, необходимую для срыва паразитной генерации. Во всяком случае величина его не должна быть больше 500—600 *ом*, иначе амплитуда колебаний гетеродина сильно уменьшится. Если потребуется большая величина сопротивления, то лучше подобрать другую лампу или перемонтировать блок преобразователя.

В трехточечной схеме гетеродина (рис. 11-7,*б*) для получения устойчивой генерации требуется очень тщательный подбор числа витков отвода катушки контура — величины обратной связи. Ориентировочно это число должно составлять 8—10% числа витков, считая от заземленного конца катушки. Окончательно подбирать число витков отвода надо уже на работающем приемнике — до получения наибольшей чувствительности.

Когда гетеродин налажен, т. е. получена устойчивая генерация на всех поддиапазонах, переходят к смесительной части преобразователя. Практически налаживание смесителя преобразователя сводится к проверке монтажа и устранению изредка возникающей паразитной генерации, причем методы борьбы с паразитной генерацией те же, что и в усилителях высокой и промежуточной частоты.

Далее переходят к настройке контуров гетеродина. Чтобы приемник принимал данную радиостанцию, частота его гетеродина должна на 465 *кгц* (обычное значение промежуточной частоты) превышать частоту этой радиостанции. Только в этом случае частота радиостанции будет образовывать с частотой гетеродина приемника биения, частота которых равна промежуточной частоте приемника, и эти биения смогут пройти через усилитель промежуточной частоты. Поэтому если приемник предназначен для работы на коротких волнах, например в диапазоне 4—12 *Мгц*, то частота гетеродина должна изменяться соответственно в диапазоне 4,465—12,465 *Мгц*. Правда, биения с промежуточной частотой получаются и в том случае, если частота гетеродина приемника будет на 465 *кгц* ниже частоты принимаемой радиостанции, но на практике такая настройка гетеродина встречается редко — обычно частота гетеродина выше частоты принимаемого сигнала.

Настройку контура гетеродина начинают с низкочастотного конца поддиапазона. Для этого конденсатор настройки переводят в положение максимальной емкости, а подстроечный конденсатор C_3, присоединенный параллельно катушке контура гетеродина, — в среднее положение. Частоту сигнал-генера-

тора устанавливают равной минимальной частоте данного поддиапазона и выход сигнал-генератора через конденсатор емкостью 200 *пф* присоединяют к управляющей сетке смесительной части лампы преобразователя. Частота сигнал-генератора должна быть модулирована.

После этого вращением сердечника катушки индуктивности контура гетеродина добиваются максимальной громкости тона модуляции в громкоговорителе приемника или максимального отклонения стрелки вольтметра на выходе приемника. Настройку можно вести и по оптическому индикатору, добиваясь максимального сужения теневого сектора. При этом, по мере подстройки контура гетеродина, амплитуду выходного напряжения сигнал-генератора надо уменьшать, чтобы громкость на выходе приемника не была слишком большой. Если громкость будет продолжать увеличиваться до полного ввертывания сердечника, это означает, что индуктивность контура гетеродина мала для настройки на данную частоту. В этом случае надо домотать несколько витков. Соответственно, если громкость увеличивается до полного вывертывания сердечника, надо несколько уменьшить индуктивность катушки контура гетеродина.

Если индуктивность катушки контура гетеродина значительно отличается от требуемой, то тон модуляции не будет услышан как при полностью ввернутом, так и при полностью вывернутом сердечнике. В этом случае надо определить, велика или мала индуктивность катушки контура. Для этого изменяют частоту сигнал-генератора в обе стороны от частоты, соответствующей крайней частоте поддиапазона. Предположим, что тон модуляции оказался услышанным при увеличении частоты сигнал-генератора. Это означает, что индуктивность контура гетеродина мала для настройки контура на нужную частоту при максимальной емкости конденсатора настройки. Поэтому надо увеличить число витков катушки. И, наоборот, если настройка оказалась возможной при уменьшении частоты сигнал-генератора, то надо уменьшить число витков катушки.

Когда низкочастотный конец поддиапазона настроен, переходят к высокочастотному, установив конденсатор настройки приемника в положение минимальной емкости. Сигнал-генератор настраивают на высшую частоту данного поддиапазона и регулировкой подстроечного конденсатора C_3 (рис. 11-7), включенного параллельно катушке L_3 индуктивности контура гетеродина, добиваются максимальной громкости на выходе приемника. При этом может случиться, что регулировкой подстроечного конденсатора не удастся точно настроиться на нужную частоту. Например, громкость на выходе приемника продолжает увеличиваться с увеличением емкости подстроечного конденсатора. В этом случае надо увеличить начальную

емкость контура гетеродина, присоединив параллельно подстроечному конденсатору C_3 конденсатор постоянной емкости в 10—15 *пф*, и регулировать подстроечный конденсатор C_3 до получения хорошо выраженного максимума громкости.

Однако изменение начальной емкости контура гетеродина (даже только от регулировки подстроечного конденсатора) отразится на настройке низкочастотного конца поддиапазона. Поэтому возвращаются к низкочастотному концу и производят его подстройку вращением сердечника катушки, а если его нет, то каким-либо другим образом изменяют индуктивность катушки: сдвигают или раздвигают витки, изменяют положение регулировочной секции витков, сматывают или домотывают витки катушки. Затем вновь возвращаются к высокочастотному концу поддиапазона и т. д., до полной укладки частоты гетеродина в нужном поддиапазоне.

Таким же порядком настраивают контуры гетеродина на всех поддиапазонах. При настройке коротковолнового поддиапазона, особенно его высокочастотного конца, надо иметь в виду, что возможны два максимума громкости при регулировке контура гетеродина: основной — при частоте гетеродина на 465 *кгц* выше частоты сигнал-генератора и зеркальный — при частоте гетеродина на 465 *кгц* ниже частоты сигнал-генератора. Для проверки правильности настройки частоты гетеродина надо уменьшить частоту сигнал-генератора на 930 *кгц* (на удвоенную промежуточную частоту). Если при этом тон модуляции сигнал-генератора не будет слышен в громкоговорителе, значит гетеродин приемника настроен правильно, т. е. его частота выше частоты сигнал-генератора. Если же в громкоговорителе приемника будет слышен тон модуляции, значит частота гетеродина ниже частоты сигнал-генератора. В этом случае надо перестроить контур гетеродина, уменьшая емкость подстроечного конденсатора C_3.

После настройки контуров гетеродина переходят к настройке контуров в цепи управляющей сетки смесительной части лампы преобразователя (если в приемнике нет усилителя высокой частоты, эти контуры называются входными), или, как говорят, к сопряжению контуров. Для этого блок конденсаторов настройки приемника устанавливают в положение, при котором его емкость несколько меньше максимальной (стрелка указателя шкалы отстоит на 10—15% от крайнего положения, соответствующего минимальной частоте этого поддиапазона). Затем на эту частоту настраивают модулированный сигнал-генератор, подавая его напряжение на зажим антенны приемника через конденсатор емкостью 200 *пф* (на коротковолновом поддиапазоне — через непроволочное сопротивление в 300 *ом*), и тщательно настраивают приемник на частоту сигнал-генератора по максимальной громкости тона модуляции в громкоговорителе.

Подстроечный конденсатор C_2 (рис. 11-7,*а*) входного контура данного диапазона устанавливают в среднее положение и вращением сердечника катушки L_2 настраивают входной контур приемника на максимальную громкость. Если вращением сердечника не удается настроиться на максимум громкости, то необходимо соответствующим образом изменить индуктивность катушки, аналогично тому, как это делалось при настройке гетеродинного контура или контура усилителя высокой частоты приемника прямого усиления.

Далее переходят к высокочастотной части поддиапазона, отступив на 10—15% шкалы от края поддиапазона. Эту часть поддиапазона настраивают регулировкой емкости подстроечного конденсатора C_2 опять аналогично настройке гетеродинного контура. Затем вновь возвращаются к низкочастотной части поддиапазона, потом опять к высокочастотной и т. д. до полного сопряжения настройки входного контура с контуром гетеродина, т. е. до получения максимальной громкости в обеих точках поддиапазона.

После этого надо проверить качество сопряжения. Для этого сигнал-генератор настраивают на среднюю частоту поддиапазона и на его частоту настраивают приемник по максимальной громкости тона модуляции в громкоговорителе.

Если сопряжение хорошее, то при настройке на среднюю частоту любое изменение настройки входного контура будет вызывать уменьшение громкости тона модуляции на выходе приемника.

Проверить это можно, поднося к катушке L_2 входного контура магнетитовый или другой высокочастотный магнитный сердечник или латунный сердечник. Если увеличение индуктивности катушки (при поднесении магнетитового сердечника) и уменьшение индуктивности (при поднесении латунного сердечника) вызывает только уменьшение громкости, то настройку входного контура на данном поддиапазоне можно считать законченной. Если же будет получено значительное увеличение громкости, индуктивность катушки контура гетеродина на этом поддиапазоне выбрана неверно и ее нужно изменить. Однако прежде надо убедиться, что в средней части поддиапазона вообще отсутствует сопряжение. Необходимо это потому, что сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров может быть лишь в трех точках поддиапазона: в начале, в конце и в середине. Поэтому надо проверить, нет ли сопряжения на других частотах средней части диапазона.

Если окажется, что сопряжение в средней части поддиапазона отсутствует, то определяют, надо ли уменьшить или увеличить индуктивность катушки L_3 контура гетеродина. Для этого подносят к катушке магнетитовый и латунный сердечники и наблюдают за изменением громкости на выходе приемника. Затем соответствующим образом изменяют индуктивность

контура гетеродина и повторяют весь процесс настройки: укладывают диапазон частот гетеродина, настраивают входной контур и проверяют качество сопряжения по средней частоте.

Если индуктивность катушки контура гетеродина пришлось изменить значительно, то получить нужные границы поддиапазона при настройке гетеродина не удастся. В этом случае надо подобрать емкость сопрягающего конденсатора C_5 (рис. 11-7,*а*), включенного последовательно с катушкой, причем если индуктивность катушки L_3 увеличится, то емкость сопрягающего конденсатора надо уменьшить, и наоборот.

Аналогичным образом настраивают и остальные поддиапазоны приемника.

При настройке входного контура поддиапазона коротких волн часто достаточно настроить только его высокочастотный конец регулировкой емкости подстроечного конденсатора C_2, но при условии, что индуктивность входного контура выбрана правильно. Объясняется это тем, что полоса пропускания контура на коротких волнах велика и поэтому даже значительная неточность сопряжения настроек практически не уменьшает чувствительности приемника.

При настройке коротковолнового поддиапазона может встретиться и другая трудность. Дело в том, что настройка входного контура через паразитные емкостные связи влияет на настройку гетеродинного контура. Особенно это проявляется на коротких волнах. Поэтому часто при настройке входного контура поддиапазона коротких волн приходится подстраивать и гетеродинный контур, а после настройки входного контура проверять укладку поддиапазона частот гетеродина.

Напомним, что при настройке поддиапазона коротких волн напряжение от сигнал-генератора надо подавать через непроволочное сопротивление в 300 *ом*.

Усилитель высокой частоты. Налаживание этого усилителя ничем не отличается от налаживания такого же усилителя приемника прямого усиления, а настройка его контуров — от настройки контуров в цепи управляющей сетки смесительной части лампы преобразователя.

При наличии в приемнике усилителя высокой частоты напряжение сигнал-генератора вначале подают на управляющую сетку лампы этого усилителя и настраивают контуры в цепи управляющей сетки смесительной части лампы преобразователя, а затем напряжение сигнал-генератора подают на зажим «Антенна» приемника и настраивают входные контуры — контуры в цепи управляющей сетки лампы усилителя высокой частоты.

Антенный фильтр. На вход супергетеродинного приемника часто включают специальный фильтр, предназначенный для защиты приемника от сигналов с частотой, равной промежуточной частоте этого приемника. Налаживание такого фильтра

заключается в настройке его на промежуточную частоту приемника. Для этого модулированное напряжение сигнал-генератора с частотой, равной промежуточной, через конденсатор емкостью 200 *пф* подают на зажим «Антенна» приемника. Приемник настраивают на частоту, наиболее близкую к промежуточной, т. е. или на максимальную частоту длинноволнового или на минимальную частоту средневолнового диапазона. Регулятор громкости приемника устанавливают на максимальное усиление, а уровень выходного напряжения сигнал-генератора регулируют таким образом, чтобы тон модуляции сигнал-генератора был достаточно хорошо слышен в громкоговорителе приемника. После этого вращением сердечника катушки индуктивности антенного фильтра приемника добиваются минимальной громкости тона модуляции.

НАСТРОЙКА СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО ПРИЕМНИКА БЕЗ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОРА

Принципиально настройка супергетеродинного приемника без помощи сигнал-генератора не отличается от описанного выше метода настройки. Порядок налаживания, приемы настройки контуров остаются прежними.

Отличие заключается в том, что при отсутствии сигнал-генератора у радиолюбителя нет градуированного источника частоты. Поэтому настройку приемника приходится вести во время приема радиостанций. Это очень затрудняет настройку, удлиняет ее и редко позволяет настроить приемник так же хорошо, как при наличии сигнал-генератора. Но все же настроить приемник можно, а если не торопиться и тщательно соблюдать рекомендуемые правила налаживания, то можно получить и неплохие результаты.

Очень большую помощь при настройке приемника без сигнал-генератора окажет хорошо работающий другой супергетеродинный приемник, желательно с точно градуированной шкалой.

Как обычно, настройку начинают с контуров промежуточной частоты. Следует заметить, что настройка этих контуров значительно облегчится, если в приемнике применены заводские трансформаторы промежуточной частоты.

Так как отсутствует источник промежуточной частоты, то надо получить ее в самом приемнике. Для этого надо принять какую-либо радиостанцию. Ее частота образует биения с частотой гетеродина, и если частота этих биений будет близка к промежуточной, то они пройдут через усилитель промежуточной частоты и радиостанция будет услышана в громкоговорителе приемника. Но для приема радиостанции должны работать все каскады приемника, включая гетеродин и смеситель.

Поэтому перед настройкой контуров промежуточной частоты надо добиться устойчивой работы гетеродина, как об этом было рассказано выше.

Принять радиостанцию чаще всего удается на коротковолновом поддиапазоне, так как на нем меньше всего сказывается расстройка входных контуров по отношению к контурам гетеродина. Подстроечные сердечники контуров промежуточной частоты при этом должны быть установлены в среднее положение.

Когда радиостанция принята, вращением сердечника последнего контура промежуточной частоты L_4C_4 (рис. 11-6) добиваются максимальной громкости приема, причем процесс настройки ничем не отличается от процесса настройки этого же контура с применением сигнал-генератора. По мере настройки контура надо уменьшать громкость, а также амплитуду сигнала на входе приемника, для чего антенну присоединяют к входу приемника через конденсатор емкостью 20—50 *пф*, которую по мере надобности уменьшают.

После настройки контура L_4C_4 переходят к настройке контура L_2C_2 в цепи управляющей сетки лампы усилителя промежуточной частоты, а затем к настройке контура L_1C_1 в анодной цепи лампы преобразователя. После этого настройку усилителя промежуточной частоты можно считать законченной.

При очень сильной расстройке контуров промежуточной частоты прием радиостанции может не получиться. В этом случае надо исключить усилитель промежуточной частоты, включив контур L_3C_3 в анодную цепь лампы преобразователя вместо контура L_1C_1. Если это даст возможность принять радиостанцию, то надо настроить на максимальную громкость приема контур L_4C_4 в цепи детектора (не трогая анодного контура L_3C_3), а затем, восстановив схему, подстроить контур L_4C_4, после чего настроить сначала контур L_2C_2, а затем контур L_1C_1.

Очень большую помощь может оказать другой хорошо настроенный супергетеродинный приемник. Он не только облегчит настройку, но и даст возможность настроить контуры промежуточной частоты именно на 465 *кгц*. В самом деле, при настройке контуров промежуточной частоты при приеме радиостанции мы настраиваем контуры не на частоту 465 *кгц*, а на ту частоту, на которую был случайно настроен контур L_3C_3 в анодной цепи лампы усилителя промежуточной частоты. На этой частоте могут оказаться помехи от близкой по частоте радиостанции; кроме того, переход на другую промежуточную частоту может вызвать изменение и других параметров приемника.

Настройка контуров промежуточной частоты при помощи другого радиоприемника с той же промежуточной частотой производится следующим образом. К приемнику-эталону под-

ключают антенну и принимают на нем какую-либо хорошо слышимую радиостанцию, но желательно не местную, так как при приеме близко расположенной мощной радиостанции настройка приемника не будет острой и он перегружается. Напряжение промежуточной частоты с выхода усилителя промежуточной частоты приемника-эталона подают на управляющую сетку усилителя промежуточной частоты настраиваемого приемника. Таким образом, приемник-эталон используется при этом как источник промежуточной частоты. Далее настраивают трансформатор промежуточной частоты: сначала контур L_4C_4 (рис. 11-6), потом контур L_3C_3. После этого сигнал промежуточной частоты от приемника-эталона подают на управляющую сетку смесительной части лампы преобразователя и настраивают контуры L_2C_2 и L_1C_1.

После настройки контуров промежуточной частоты переходят к укладке частот гетеродина. Для этого присоединяют антенну к управляющей сетке смесительной части лампы преобразователя (чтобы исключить влияние ненастроенных входных контуров) и стараются принять радиостанции, расположенные на краях поддиапазонов, частоты которых известны. Сравнивая положение этих радиостанций на шкале приемника с тем положением, в котором они должны находиться при нужном перекрытии частот гетеродина, производят соответствующую регулировку контуров гетеродина, так же, как об этом было рассказано выше. Эти операции значительно облегчаются, если имеется приемник-эталон. В этом случае нет необходимости знать частоты радиостанций: достаточно сравнить положение их на шкале приемника-эталона с положением на шкале настраиваемого приемника, чтобы сделать заключение, как надо регулировать контур гетеродина.

После укладки частот гетеродина приступают к сопряжению входных контуров с контурами гетеродина. Антенну присоединяют к входу радиоприемника и принимают радиостанции, расположенные ближе к краям поддиапазона. Процесс сопряжения ничем не отличается от описанного выше.

Настроить антенный фильтр супергетеродинного приемника без применения сигнал-генератора очень трудно. Можно попытаться это сделать таким образом: смонтировать антенный фильтр на небольшой панельке и включить его между выходом усилителя промежуточной частоты приемника-эталона и управляющей сеткой смесительной части лампы преобразователя настраиваемого приемника. Приняв на приемник-эталон хорошо слышимую радиостанцию, надо так настроить фильтр вращением сердечника его катушки, чтобы слышимость этой радиостанции в громкоговорителе настраиваемого приемника была минимальна. После этого антенный фильтр укрепляют на шасси приемника в предназначенном для него месте.

Мы подробно рассмотрели порядок налаживания радиоприемников с применением сигнал-генератора и без этого прибора. Теперь остается только отградуировать шкалу настройки приемника.

При наличии сигнал-генератора сделать это очень просто. Если его нет, шкалу приемника градуируют, принимая радиостанции, частоты которых известны. Если же эти частоты неизвестны, можно воспользоваться приёмником-эталоном, определяя частоты по его шкале.

Глава двенадцатая

ЗВУКОЗАПИСЬ И ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Звукозапись широко используется в науке, технике и быту. С помощью звукозаписи удалось сохранить до наших дней голос великого Ленина. Звукозапись превратила немое кино в звуковое.

Техника звукозаписи достигла большого совершенства. Запись, произведенная на современных звукозаписывающих аппаратах, трудно отличить от оригинала.

Каким же образом осуществляется запись звука?

Существует несколько видов звукозаписи, отличающихся принципами записи и материалами, на которых она производится. Рассмотрим основные из этих видов записей.

ОПТИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ ЗВУКА

Оптическая запись звука обычно применяется в кино. Принцип этого вида записи заключается в превращении токов звуковой частоты в колебания светового потока, проектируемого на светочувствительную пленку (кинопленку).

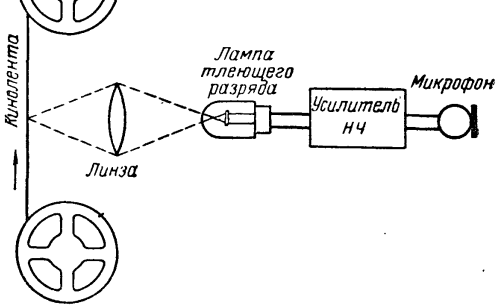


Рис. 12-1. Блок-схема аппарата для записи звука оптическим способом

Блок-схема устройства для записи звука оптическим способом показана на рис. 12-1. Микрофон превращает звуковые колебания в электрические, которые затем усиливаются и подаются на лампу тлеющего разряда. Яркость свечения этой лампы, имеющей малую световую инерцию, изменяется в каждый момент времени соответственно величине напряжения на выходе усилителя. Световой поток лампы фокусируется с помощью линзы и узким лучом проектируется на светочувствительный слой пленки, которая равномерно движется перед линзой. Степень засветки пленки будет в различных местах разная и будет иметь тот же характер изменения, что и напряжение на выходе усилителя.

Места, соответствующие большому напряжению на лампе после проявления пленки, получаются темными, а соответствующие малому напряжению — светлыми.

При воспроизведении пленку сматывают с одной бобины и наматывают на другую, причем скорость и направление ее

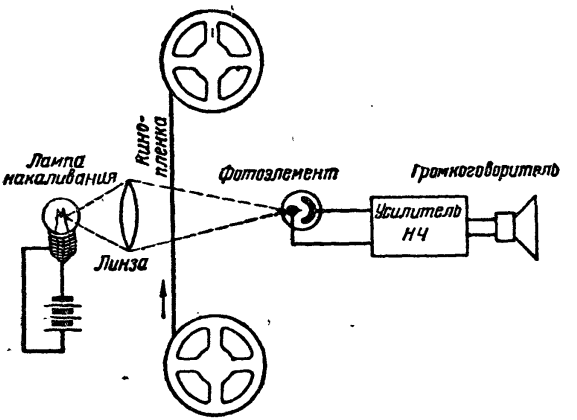


Рис. 12-2. Блок-схема аппарата для воспроизведения оптической записи звука

движения такие же, как и при записи. При движении пленка проходит мимо источника света, просвечивающего записанную дорожку. Световой поток, прошедший через пленку, попадает на фотоэлемент, а так как интенсивность света все время меняется в зависимости от степени прозрачности пленки, то и величина тока в цепи фотоэлемента также меняется. Этот пульсирующий ток проходит через усилитель звуковой частоты и подается на громкоговоритель. Блок-схема аппарата для воспроизведения оптической записи показана на рис. 12-2.

По своим электроакустическим характеристикам оптиче-

ская запись имеет сравнительно высокие качества, но требует хорошей пленки, химикалий, а также довольно трудоемкой и точной в технологическом отношении обработки.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ ЗВУКА

Принцип механической записи звука заключается в превращении электрических колебаний звуковой частоты в механические колебания резца, который вырезает на специальном материале звуковую бороздку. Прибор, в котором превращаются электрические колебания в механические, называется рекордером. Рекордер состоит из постоянного магнита и катушки, внутри которой в резиновых подшипниках установлен якорь с резцом (рис. 12-3).

Если к катушке такого устройства подвести электрическое напряжение звуковой частоты, то якорь под действием магнитного поля, возникающего вокруг катушки, придет в колебательное движение — начнет вибрировать в такт с изменениями напряжения звуковой частоты.

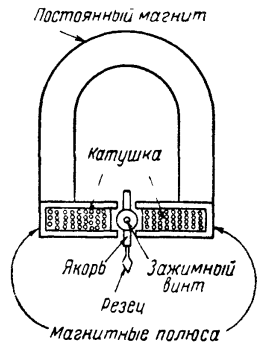


Рис. 12-3. Устройство рекордера

Материал, на котором производится запись, называемый звуконосителем, может иметь различную форму — диска, барабана или ленты. Наиболее удобной формой оказался диск, получивший широкое распространение в виде граммофонной пластинки.

В качестве материала для механической записи обычно применяют тонфолевые, децилитовые диски или диски из целлулоида — рентгеновской пленки. Тонфолевые диски представляют собой тонкие алюминиевые или стеклянные основания, на которые с обеих сторон нанесен ровный слой нитролака, являющегося в данном случае звуконосителем. Децилитовые диски изготавливаются из тонкой, гибкой пластмассы.

Все три перечисленных звуконосителя применяются в любительской звукозаписи, но наиболее хорошее качество записи получается на тонфолевых дисках, так как они меньше шумят и на них можно записать большую полосу частот.

Станок, на котором производят звукозапись, по своему устройству напоминает проигрыватель, только вместо звукоснимателя применяется рекордер, установленный на специальном ходовом винте. В результате вращения этого винта рекордер за каждый оборот диска смещается на определенное

расстояние, равное ширине звуковой бороздки пластинки. Резец, закрепленный в якоре рекордера, под действием веса рекордера вырезает на вращающемся звуконосителе спиральную бороздку, ширина которой будет все время изменяться под действием колебательного движения резца.

Форма звуковой бороздки будет изменяться в такт с напряжением звуковой частоты, подведенным к рекордеру. Схематическое изображение установки для записи на диск показано на рис. 12-4.

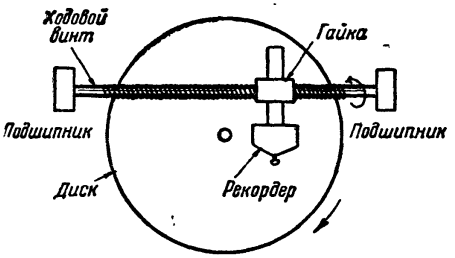


Рис. 12-4. Схематическое устройство установки для записи на диск

Существует два метода записи на пластинки — поперечный и глубинный. При поперечной записи резец колеблется в направлении радиуса пластинки и бороздка изменяется только по ширине, а глубина ее остается постоянной. При глубинной записи резец колеблется в направлении оси пластинки и глубина бороздки получается переменной. Поперечная запись дает лучшие результаты, поэтому в любительской практике, а также при записи промышленных пластинок, как обычных, так и долгоиграющих, применяется поперечный метод записи.

Звуковая бороздка может вырезаться или выдавливаться на поверхности диска звуконосителя. В большинстве случаев применяется запись резанием, как наиболее совершенная. Для этой записи применяются стальные или сапфировые резцы.

Механическая запись звука в любительских условиях в настоящее время почти не применяется; она уступила место более совершенной и удобной магнитной записи звука, но намечаются некоторые новые методы этого вида записи, дающие обнадеживающие результаты.

Теперь мы расскажем о воспроизведении граммофонных пластинок. Воспроизводить их запись можно как акустическим, так и электрическим способом. Акустический способ воспроизведения записи использован в обычном патефоне, где механические колебания иглы мембраны превращаются в звуковые. Электрический способ заключается в преобразовании

механических колебаний иглы в электрические с помощью звукоснимателя, усилении их (может быть использован усилитель приемника или телевизора) и дальнейшего преобразования громкоговорителем в звуковые колебания.

Звукосниматели по принципу действия разделяются на динамические, электромагнитные и пьезоэлектрические. Наиболее часто применяются электромагнитные, а в последнее время и пьезоэлектрические. Устройство электромагнитных звукоснимателей аналогично устройству рекордера, применяемого для записи пластинок. В пьезоэлектрическом звукоснимателе используется свойство некоторых кристаллов, заключающееся в том, что под действием механического воздействия в кристалле создается разность потенциалов. Такой пьезоэлектрический кристалл, вырезанный в виде пластинки, устанавливается в головке звукоснимателя. Один конец этой пластинки зажимается резиной в подвижный якорь, в котором с помощью винта крепится игла. При проигрывании пластинки колебания иглы через якорь передаются на кристалл, в котором и возникает напряжение звуковой частоты.

Устройства, с помощью которых проигрываются грампластинки, состоят из звукоснимателя, электродвигателя с диском и называются электропроигрывателями. Описание некоторых промышленных электропроигрывателей приводим ниже.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОПРОИГРЫВАТЕЛИ

Для проигрывания грампластинок через радиоприемник, телевизор или отдельный усилитель низкой частоты наша промышленность выпускает несколько типов электропроигрывателей.

На рис. 12-5 показаны наиболее распространенные из таких проигрывателей — «Аврора», «Ласточка», «Эльфа-7». Они предназначены для проигрывания обычных и долгоиграющих пластинок и имеют две скорости вращения диска — 78 и 33⅓ *об/мин.*

В проигрывателях применены пьезокерамические звукосниматели с двумя постоянными корундовыми иглами, каждая из которых рассчитана не менее чем на 150 часов работы. Вращение диска проигрывателей осуществляется от асинхронного электрического двигателя через соответствующий редуктор.

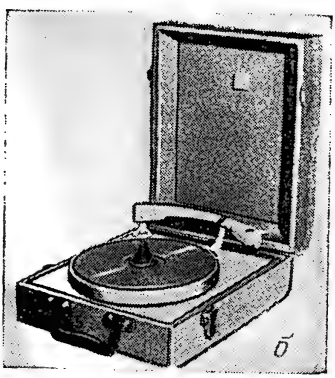
Скорости вращения диска переключаются специальной ручкой, которая изменяет передаточное отношение шкива двигателя с диском. По окончании проигрывания специальное устройство — автостоп автоматически выключает двигатель и останавливает вращение диска.

Питаются проигрыватели от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*. Потребляемая мощность около 8 *вт*.

Проигрыватели размещены в красиво оформленных переносных, небольших футлярах.

Кроме проигрывателей, выпускаются так называемые радиограммофоны, через которые можно проигрывать грам-

Рис. 12-5. Электропроигрыватели: *а* — «Аврора»; *б* — «Эльфа-7»; *в* — «Ласточка»



пластинки без приемника, так как они имеют свой усилитель низкой частоты и громкоговоритель. Приводим описание наиболее распространенных радиограммофонов.

РАДИОГРАММОФОН «ЮБИЛЕЙНЫЙ»

Радиограммофон «Юбилейный» (РГ-3) состоит из электропроигрывателя и усилителя с громкоговорителем, размещенными в переносном изящно отделанном футляре (рис. 12-6).

С помощью радиограммофона можно воспроизводить граммофонную запись как с обычных, так и с долгоиграющих пластинок при скорости вращения диска 78 и 33⅓ *об/мин*. В проигрывателе применен электродвигатель ЭДГ-1 на 2800 *об/мин*. Вращение на диск передается через специальный редуктор, состоящий из паразитных обрезиненных роликов.

Рис. 12-6. Радиограммофон «Юбилейный» (РГ-3).

Имеется автостоп, с помощью которого в конце проигрывания диск останавливается автоматически. Звукосниматель проигрывателя — пьезокерамический, с универсальной головкой.

Усилитель радиограммофона выполнен на лампах 6Н9С и 6П6С. В выпрямителе применена лампа 6Ц5С. В усилителе имеются регулятор громкости и регулятор тембра. Полоса частот, воспроизводимых усилителем, — от 150 до 7000 *гц*. Номинальная выходная мощность усилителя 1 *вт*.

Громкоговоритель типа 1ГД-9 установлен в крышке футляра. Крышка может быть легко снята с футляра и отнесена от проигрывателя на расстояние до 2 *м*. Это позволяет расположить проигрыватель и громкоговоритель в удобном для слушателя месте. Для лучшего воспроизведения низших частот громкоговоритель заключен в специальную замкнутую камеру.

Питание от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*. Потребляемая от сети мощность 60 *вт*. Размеры «Юбилейного» 160×260×375 *мм*, вес 5,7 *кг*.

РАДИОГРАММОФОН «ВОЛГА»

Этот радиограммофон предназначен для воспроизведения звукозаписи с обычных и долгоиграющих пластинок. Проигрыватель имеет две скорости вращения диска — 78 и 33⅓ *об/мин.*

Основными узлами радиограммофона «Волга» являются трехкаскадный усилитель звуковой частоты, электродвигатель типа ЭДГ-2 с редуктором, пьезокерамический звукосниматель

Рис. 12-7. Радиограммофон «Волга»

и динамический громкоговоритель 1ГД-9. В усилителе применены две лампы — 6Н8С и 6П6С. Выпрямитель работает на лампе 6Ц4П. Полоса частот, пропускаемых усилителем, — от 100 до 7000 *гц*. Номинальная выходная мощность 1 *вт* (рис. 12-7).

Динамический громкоговоритель радиограммофона можно подключать к трансляционной сети, для чего имеются специальные гнезда. Предусмотрена также возможность использования проигрывателя для проигрывания пластинок через приемник или отдельный усилитель. Универсальный звукосниматель имеет две постоянные иглы для проигрывания обычных и долгоиграющих пластинок. Переключаются иглы поворотом рычажка, расположенного сбоку вкладной головки звукоснимателя. В случае износа иглы могут быть легко заменены вместе с пластмассовым иглодержателем.

На красиво оформленной панели, кроме переключателя скоростей, выведены регуляторы громкости и тембра.

Питается радиограммофон от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*. Потребляемая мощность 40 *вт*.

Радиограммофон помещен в переносный футляр оригинальной овальной формы, оклеенный павинолом. Размеры радиограммофона 365×315×150 *мм*, вес около 6 *кг*.

САМОДЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРАХ ДЛЯ ПАТЕФОНА

Электрический способ воспроизведения грамзаписи имеет целый ряд преимуществ перед акустическим. Так, например, при электрическом воспроизведении можно получить очень большую громкость. Качество воспроизведения по шумам и частотной характеристике также значительно выше. Кроме того, при электрическом воспроизведении можно очень просто регулировать тембр звучания, что также является очень важным обстоятельством. Поэтому, имея патефон для проигрыва-

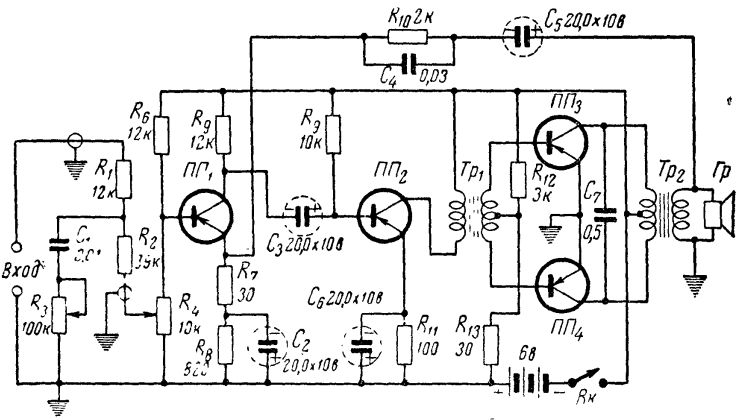


Рис. 12-8. Принципиальная схема усилителя на транзисторах для патефона

ния грампластинок, целесообразно (если, конечно, имеется возможность) построить усилитель низкой частоты и проигрывать пластинки через него.

Принципиальная схема экономичного усилителя низкой частоты на транзисторах приведена на рис. 12-8.

Усилитель собран на четырех транзисторах. В первом каскаде усилителя ($ПП_1$) целесообразно использовать транзистор типа П13Б, так как он имеет самый маленький коэффициент шума. При отсутствии таких транзисторов можно использовать транзисторы П13 других групп или типа П6 любой группы. На входе усилителя включены регулятор тона R_3 и регулятор громкости R_4.

Для выравнивания частотной характеристики усилителя, а также для более стабильной его работы усилитель охвачен частотно-зависимой отрицательной обратной связью. Напряжение отрицательной обратной связи снимается со вторичной обмотки выходного трансформатора $Тр_2$ и через цепь, состоящую из конденсаторов $С_4$, $С_5$ и сопротивления R_{10}, подается в цепь эмиттера первого транзистора $ПП_1$.

Нагрузкой в цепи коллектора транзистора $ПП_1$ служит сопротивление R_9, с которого снимается сигнал звуковой частоты и через переходный конденсатор $С_3$ подается на базу транзистора $ПП_2$. Во втором каскаде ($ПП_2$) могут быть применены транзисторы П13 или П6 любой группы.

Так как входное сопротивление транзисторов мало (несколько сот ом), то емкость переходного конденсатора $С_3$ выбирается большой. В качестве нагрузки в цепи коллектора транзистора $ПП_2$ включена первичная обмотка трансформатора $Тр_1$. С помощью этого трансформатора осуществляется переворот фазы и переход от однотактного каскада к оконечному двухтактному каскаду.

Нагрузкой оконечного каскада является выходной трансформатор $Тр_2$, вторичная обмотка которого нагружена на динамический громкоговоритель типа 1ГД-9. В выходном каскаде применены транзисторы типа П3Б. Усилитель монтируется на гетинаксовой панели. Проводники, подключенные к регулятору громкости и регулятору тона, обведенные на схеме кружками, следует поместить в металлический чулок — экран, который соединяется с общим земляным проводом.

Трансформатор $Тр_1$ намотан на сердечнике, собранном из пластин Ш-10 или Ш-12, набор 10 *мм*. Первичная обмотка содержит 2000 витков провода ПЭЛ 0,1, вторичная — 2×200 витков провода ПЭЛ 0,25. Сердечник трансформатора $Тр_2$ такой же, как и трансформатора $Тр_1$. Первичная его обмотка содержит 2×500 витков провода ПЭЛ 0,15—0,2, вторичная — 140 витков провода ПЭЛ 0,4—0,5.

Питание усилителя осуществляется от шести элементов типа «Сатурн» (1,6-ФМЦ-У3,2) соединенных последовательно. Один комплект батарей обеспечивает работу усилителя в течение 100 часов. Можно питать усилитель от четырех батарей для карманного фонаря. Для этого нужно соединить по две батареи последовательно, а затем обе группы параллельно. Такой комплект батарей обеспечивает работу усилителя в течение 35 часов.

Собранный усилитель может быть размещен внутри патефона. Громкоговоритель в этом случае крепится на щитке из десятимиллиметровой фанеры с отверстием, затянутым декоративной тканью, и размещается в прямоугольном акустическом отверстии патефона. Вместо мембраны патефона устанавливается универсальный звукосниматель с тонармом (держате-

лем). При применении универсального звукоснимателя можно проигрывать как долгоиграющие, так и обычные пластинки, тогда как долгоиграющие пластинки с помощью мембраны патефона проигрывать нельзя. При проигрывании долгоиграющих пластинок скорость вращения диска нужно снизить с помощью регулятора до $33^1/_3$ *об/мин*.

Усилитель вместе с динамическим громкоговорителем можно собрать в отдельном футляре в виде приставки к патефону.

МАГНИТНАЯ ЗАПИСЬ ЗВУКА

В магнитной звукозаписи в качестве звуконосителя применяется материал, обладающий хорошей способностью намагничиваться.

В течение многих лет магнитная запись производилась на тонкую стальную проволоку, но такая запись обладала целым рядом недостатков, что ограничивало возможности применения этого вида звукозаписи. С появлением нового

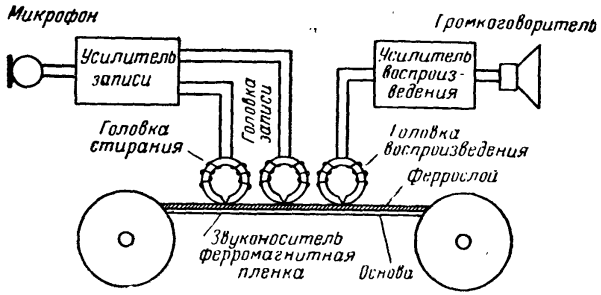


Рис. 12-9. Блок-схема установки для магнитной записи звука

звуконосителя — ферромагнитной пленки — положение резко изменилось. Магнитная звукозапись стала быстро развиваться и в настоящее время прочно вошла в науку, технику и быт, как наиболее высококачественный и удобный вид записи.

Ферромагнитная пленка представляет собой узкую ленту, изготовленную из ацетилцеллюлозы, на которую наносится слой мелкого ферромагнитного порошка, предварительно смешанного со связующим веществом, например нитролаком. Ширина стандартной пленки, применяемой в звукозаписи, 6,35 *мм*. Такая пленка легко склеивается специальным клеем, вследствие чего можно быстро осуществлять монтаж записей. Установка магнитной записи и воспроизведения схематически показана на рис. 12-9.

Ферромагнитная пленка при помощи лентопротяжного механизма перематывается с постоянной линейной скоростью с левой бобины на правую. При своем движении пленка соприкасается с тремя кольцеобразными электромагнитами — головками стирания, записи и воспроизведения. При записи электрический ток звуковой частоты подводится к головке записи, мимо полюсов которой равномерно движется ферромагнитная пленка.

В соответствии с изменением тока в цепи микрофона, а следовательно, и в головке записи меняется ее внешнее магнитное поле, пересекающее и намагничивающее движущуюся магнитную пленку. Пленка приобретает не одинаковую по ее длине остаточную намагниченность. Так возникает на пленке магнитная звуковая дорожка.

Для воспроизведения записанного звука служит воспроизводящая головка. Неодинаково намагниченная после записи ферромагнитная пленка, соприкасаясь с воспроизводящей головкой при движении с такой же скоростью, как и при записи, создает в ней переменный магнитный поток, в результате чего в обмотке головки возникает электродвижущая сила. Величина этой электродвижущей силы изменяется точно по такому же закону, как изменялся ток в цепи микрофона при записи.

После соответствующего усиления электродвижущей силы, возникшей в головке воспроизведения, можно прослушать записанное через громкоговоритель. Воспроизводить записанное на пленку можно сразу же после записи и бесчисленное количество раз. Для этого нужно пленку с правой бобины перемотать на левую и вновь протянуть ее мимо воспроизводящей головки с той же скоростью. Следует отметить, что качество воспроизведения записи не ухудшается после большого числа проигрываний, как это имеет место в грамзаписи.

Преимущество магнитной записи заключается еще в том, что можно быстро и просто стереть запись на пленке и эту пленку повторно использовать для вторичной записи. Для этого в аппарате магнитной записи имеется стирающая головка, питаемая достаточно сильным током сверхзвуковой частоты от специального высокочастотного генератора. Интенсивное поле стирающей головки создает по всей длине пленки одинаковую намагниченность, полностью «стирая» старую запись. От этого же генератора в головку записи подается так называемый ток подмагничивания (смещения), наличие которого необходимо для получения высококачественных записей.

Понятно, что головки стирания и записи включаются только во время записи. Случайное их включение во время воспроизведения может испортить или совсем стереть запись.

Основными узлами магнитофона являются лентопротяж-

ный механизм с головками, усилительные устройства, генератор высокой частоты и выпрямитель, питающий усилители и генератор.

Магнитные головки имеют сердечник в виде кольца, набранного из высококачественного листового пермаллоя. Кольцо разрезано пополам (по диаметру) и состоит из двух полуколец, тесно соприкасающихся друг с другом. С одной стороны в зазор между полукольцами сердечника вставлена диамагнитная тончайшая пластинка из фосфористой бронзы. Эта сторона головки является рабочей, к ней прилегает пленка во время движения. На каждой половине сердечника находятся одинаковые катушки, соединенные последовательно и являющиеся обмотками данной головки.

Головки отличаются друг от друга величиной рабочего зазора, числом витков и диаметром намотанного провода. Самый маленький зазор и большое число витков тонкого провода имеет головка воспроизведения, самый большой зазор и малое число витков толстого провода — у стирающей головки.

Лентопротяжный механизм состоит из электродвигателей (от одного до трех), тонвала, двух бобин — подающей и принимающей, резинового прижимного ролика, тормозов и механизма управления.

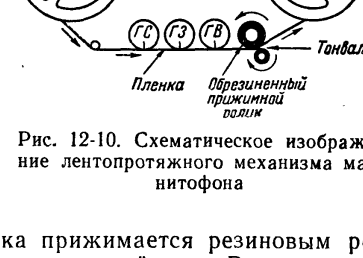


Рис. 12-10. Схематическое изображение лентопротяжного механизма магнитофона

Схематическое изображение трехмоторного лентопротяжного механизма показано на рис. 12-10. Равномерное линейное движение пленки получается в результате того, что протягивает пленку тонвал, а не бобина, на которой диаметр рулона пленки все время изменяется. К тонвалу, чтобы не было проскальзывания, пленка прижимается резиновым роликом, свободно вращающимся на своей оси. В результате вращения тонвала, который приводится в движение ведущим двигателем (тонмотором), пленка с левой бобины начинает сматываться и равномерно протягивается мимо головок. Намотка пленки ведется на правую бобину, сидящую на оси правого электродвигателя. Напряжение на этот двигатель во время рабочего хода подается заниженное, так что он не рвет пленку, а только убирает петлю и наматывает освободившуюся пленку, протянутую тонвалом. Направление вращения правого двигателя — против часовой стрелки.

Сматывается пленка с левой бобины, сидящей на левом электродвигателе. Направление вращения этого электро-

двигателя противоположно рабочему ходу пленки, т. е. по часовой стрелке. Так как напряжение на этом двигателе во время рабочего хода также мало, то тормозное действие, оказываемое двигателем, не влияет на скорость протяжки пленки, а только создает необходимое натяжение на участке левая бобина — тонвал.

При быстрой обратной перемотке на левый двигатель подается полное напряжение и пленка быстро перематывается. При быстрой перемотке в правом направлении полное напряжение подается на правый двигатель.

Таковы вкратце устройство и принцип действия трехмоторного лентопротяжного механизма магнитофона.

Мы рассмотрели принцип магнитной записи и воспроизведения, при котором запись производится на всей ширине пленки. В настоящее время широко применяется так называемая двухдорожечная запись. Сущность двухдорожечной записи заключается в том, что на ленту по ее длине наносится не одна магнитная звуковая дорожка, а две. Эти дорожки располагаются рядом и идут параллельно.

Ширина каждой звуковой дорожки делается немного меньше половины ширины пленки. Таким образом, сначала записывается одна дорожка, затем бобины меняются местами и запись второй дорожки идет в противоположном направлении. Пленка с однодорожечной и двухдорожечной записями показана на рис. 12-11.

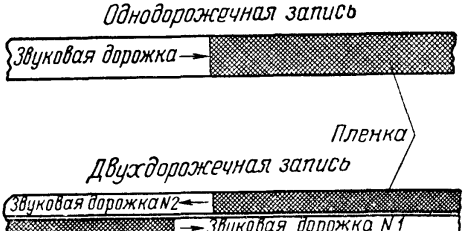


Рис. 12-11. Расположение звуковых дорожек на ферромагнитной пленке

Магнитные головки, применяемые при двухдорожечной записи, имеют вдвое меньший набор сердечника (по толщине), чем однодорожечные.

Электрические схемы магнитофонов могут быть выполнены с раздельными усилителями записи и воспроизведения и с универсальным усилителем, используемым как во время записи, так и при воспроизведении.

На рис. 12-12 приведена блок-схема магнитофона с раз-

дельными усилителями. Магнитофоны, выполненные по такой схеме, имеют так называемый сквозной тракт, т. е. на них можно вести запись с одновременным прослушиванием записанного, что позволяет вносить необходимые коррективы при записи. В магнитофонах, выполненных по приведенной

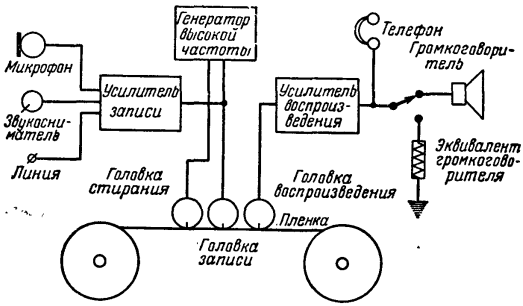


Рис. 12-12. Блок-схема магнитофона с раздельными усилителями записи и воспроизведения

схеме, применяются три магнитные головки: стирания, записи и воспроизведения.

Генератор высокой частоты служит для стирания и подмагничивания ленты.

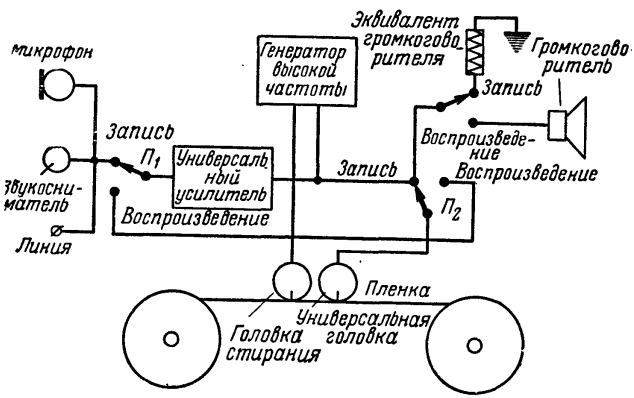


Рис. 12-13. Блок-схема магнитофона с универсальным усилителем

Усилитель записи имеет три входа, рассчитанных на подключение микрофона, звукоснимателя и трансляционной линии. При записи с микрофона, расположенного вблизи магни-

тофона, возникает акустическая связь между микрофоном и громкоговорителем, выражающаяся в громком звуке определенного тона, появляющемся в динамике и заглушающем запись. Для предотвращения такого явления громкоговоритель во время записи с микрофона выключается и контроль записи осуществляется на головные телефоны.

На рис. 12-13 приведена блок-схема магнитофона с универсальным усилителем.

При переходе с воспроизведения на запись и наоборот с помощью переключателей осуществляется необходимая коммутация на входе и выходе усилителя, а также включается (во время записи) и выключается (во время воспроизведения) высокочастотный генератор. В магнитофонах такого типа применяются две магнитные головки — стирающая и универсальная. Универсальная головка при записи используется как записывающая и подключается к выходу усилителя, а при воспроизведении — как воспроизводящая и подключается ко входу усилителя. В таких магнитофонах сначала производят запись, а затем ее прослушивают. Одновременного контроля быть не может, так как используется один усилитель.

По схеме с раздельными усилителями обычно выполняются магнитофоны профессиональные, используемые на студиях в радиовещании. Они несколько дороже, но зато более удобны в эксплуатации и позволяют вести записи более высокого качества. По второй схеме выполняются магнитофоны широкого потребления.

Лентопротяжные механизмы магнитофонов бывают трехмоторные или одномоторные (двухмоторные встречаются редко). Трехмоторные лентопротяжные механизмы применяются в дорогих профессиональных магнитофонах. Мы уже рассматривали принцип их действия (рис. 12-10).

В одномоторных конструкциях используется один двигатель, а передача вращения на правую и левую кассеты осуществляется с помощью резиновых ремней, так называемых пассиков.

По скорости протяжки ленты магнитофоны делятся на пять групп. Стандартные значения скоростей образованы путем деления высшей скорости 762 *мм/сек* соответственно на 2, 4, 8, 16, причем скорости 762 и 381 *мм/сек* используются в магнитофонах высшего класса и профессиональных. Остальные скорости применяются в магнитофонах широкого потребления. Нужно отметить, что с уменьшением скорости протяжки ленты ухудшается качество записи, но зато экономнее расходуется пленка. Применяя определенные сорта пленки и соответствующие коррекции в усилителях, можно получить достаточно высокое качество записи и на малых скоростях протяжки ленты.

В профессиональных магнитофонах применяется лента, намотанная на стальные или алюминиевые штампованные сердечники, так называемые бобышки. В магнитофонах широкого потребления пленка наматывается на пластмассовые кассеты. Наша промышленность выпускает шесть типов кассет, которые различаются по номерам.

В табл. 12-1 приведены данные кассет, выпускаемых нашей промышленностью.

Таблица 12-1

Номер кассеты	Наружный диаметр, *мм*	Вместимость кассеты, *м*
7,5	75	50
10	100	100
13	127	200
18	178	350
22	220	500
25	250	700

В настоящее время разработано и выпускается несколько типов различных магнитофонов, как профессиональных, так и широкого потребления. Приводим описание двух массовых магнитофонов широкого потребления.

МАГНИТОФОН «ЭЛЬФА-10»

Магнитофон «Эльфа-10» («Спалис») предназначен для записи и воспроизведения как речевых, так и музыкальных программ. Запись — двухдорожечная и ведется на стандартную ферромагнитную ленту шириной 6,35 *мм*. В магнитофоне применены кассеты емкостью 360 *м*, что позволяет при скорости движения ленты 190,5 *мм/сек* на двух дорожках вести запись или воспроизведение в течение часа. Переход с одной дорожки на другую осуществляется перестановкой кассеты с правой стороны на левую.

В магнитофоне предусмотрено три вида записи: с микрофона, звукоснимателя и радиоприемника или трансляционной сети. Контроль уровня записи, т. е. правильная установка регулятора громкости при записи, осуществляется с помощью оптического индикатора на лампе 6Е5С.

В магнитофоне имеется ускоренная перемотка ленты в прямом и обратном направлениях. Длительность перемотки полной кассеты в любом направлении 2 минуты.

Универсальный усилитель магнитофона собран на пальчи-

ковых лампах 6Н2П, 6Н1П и 6П14П и используется как при записи, так и при воспроизведении. В выпрямителе применена пальчиковая лампа 6Ц4П. В усилителе имеются регулятор громкости и регулятор тембра. Усилитель воспроизводит полосу частот от 70 до 8000 *гц*, его выходная мощность 1 *вт*.

Управление магнитофоном осуществляется двумя ручками (громкость и тембр) и пятью клавишами, расположенными на верхней панели лентопротяжного механизма. Каждая клавиша предназначена для включения определенного рода работы магнитофона: «Воспроизведение», «Запись», «Перемотка вперед», «Стоп», «Перемотка назад». Лентопротяжный механизм магнитофона приводится в движение одним электродвигателем типа КД-2. На панели магнитофона установлены две магнитные головки — стирающая и универсальная.

Магнитофон смонтирован в чемодане размерами 410×300×175 *мм*, оклеенным декоративным материалом. Крышка чемодана съемная, в ней имеется карман для кассет с пленкой. Вес магнитофона 15 *кг* (рис. 12-14).

Рис. 12-14. Магнитофон «Эльфа-10» («Спалис»)

Питание магнитофона осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*. Потребляемая мощность в любом режиме не более 75 *вт*. К магнитофону придается динамический микрофон типа МД-41.

МАГНИТОФОН «ЯУЗА»

Этот магнитофон представляет собой комбинированную установку, состоящую из магнитофона и проигрывателя граммофонных пластинок.

Магнитофон рассчитан на запись речи и музыки с микрофона, звукоснимателя или приемника и воспроизведение этой записи. В магнитофоне применена двухдорожечная система. Переход с одной дорожки на другую осуществляется перестановкой кассеты с пленкой с правой стороны на левую. Имеется две скорости протяжки ленты: 190,5 *мм/сек* и 82,5 *мм/сек;* последняя применяется главным образом при записи речи. Время записи на двух дорожках при скорости 190,5 *мм/сек* со-

Рис. 12-15. Магнитофон «Яуза»

ставляет 30 минут, при скорости 82,5 *мм/сек* — 1 час 10 минут. Емкость кассет, применяемых в магнитофоне «Яуза», 200 *м*. Предусмотрена ускоренная перемотка ленты в прямом и обратном направлении. Перемотка в любом направлении занимает не более 2,5 минуты.

Управление магнитофоном крайне просто и осуществляется с помощью клавишного переключателя, расположенного на верхней панели лентопротяжного механизма. Лентопротяжный

механизм приводится в действие одним электродвигателем типа АД-2.

В магнитофоне применен универсальный усилитель, используемый как для записи, так и для воспроизведения. На выходе усилителя включены два динамических громкоговорителя типа 1ГД-9. Полоса воспроизводимых усилителем частот от 70 до 8000 *гц*.

В магнитофоне имеются гнезда для подключения дополнительного громкоговорителя или отдельного усилителя с акустической системой. Для проигрывания грампластинок «Яуза» имеет двухскоростной проигрыватель с универсальным звукоснимателем. Поворотная головка звукоснимателя снабжена двумя долговечными корундовыми иглами для проигрывания обычных и долгоиграющих пластинок.

Питание «Яузы» осуществляется от сети переменного тока напряжением 110, 127 или 220 *в*. Потребляемая от сети мощность 80 *вт*.

Вся установка размещена в изящном переносном футляре размерами 470×360×215 *мм*, оклеенном цветным дерматином (рис. 12-15). В комплект магнитофона «Яуза» входит пьезоэлектрический микрофон. Весит «Яуза» около 18 *кг*.

Глава тринадцатая

УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВАЯ АППАРАТУРА

Ультракороткие волны в общем спектре электромагнитных волн занимают область от 30 до 300 000 *Мгц* (что соответствует длине волны от 10 *м* до 1 *мм*). УКВ, или, как еще их называют, СВЧ, подразделяются на:

метровые волны	от 10 до 1 *м* (30—300 *Мгц*)
дециметровые волны	от 100 до 10 *см* (300—3 000 *Мгц*)
сантиметровые волны	от 10 до 1 *см* (3 000—30 000 *Мгц*)
миллиметровые волны	от 10 до 1 *мм* (30 000—300 000 *Мгц*)

В настоящее время все эти диапазоны УКВ нашли широкое применение в науке и технике. Метровые волны используются в связи, телевидении, частотно-модулированном (ЧМ) вещании, радионавигации и радиоастрономии. В радиолокации, радионавигации, физике, радиоастрономии и многих других областях применяются дециметровые и сантиметровые волны, ведутся успешные работы по осуществлению систем радиовидения на миллиметровых волнах.

Сейчас сверхвысокие частоты прочно вошли в технику дальних связей. Возможность получения остронаправленного излучения позволяет применять для работы на большие расстояния передатчики небольшой мощности со сравнительно простыми антенными устройствами.

Несмотря на то что многие научно-исследовательские институты занимаются изучением УКВ, еще не все особенности их открыты и изучены, а области их применения далеко еще не исчерпаны. И в настоящее время перед всеми советскими радиолюбителями стоит задача — помогать нашим ученым своими наблюдениями в области изучения явлений распространения УКВ, а также содействовать внедрению и использованию техники высоких и сверхвысоких частот для нужд народного хозяйства.

С каждым днем растет у нас число ультракоротковолновиков. Среди них люди самого различного возраста и профессий. Школьники уже с 12-летнего возраста начинают работать на своих школьных коллективных радиостанциях, а 16-летним радиолюбителям разрешается работа на своей собственной

индивидуальной радиостанции. Для любительской экспериментальной работы в Советском Союзе выделены следующие УКВ диапазоны: 28,0—29,7; 144—146; 420—435 *Мгц*. Они охватывают область метровых и дециметровых волн.

Любительским радиостанциям третьей категории (начинающие) разрешается работать на частотах диапазона УКВ — 28,0—29,7 *Мгц* телеграфом и телефоном мощностью не более 10 *вт*; 144—146 и 420—435 *Мгц* — телеграфом и телефоном мощностью не более 5 *вт*. Мощность передатчика при этом, согласно инструкции, определяется путем измерения мощности постоянного тока, подводимого к оконечному каскаду любительского передатчика. Стабильность частот для любительских радиостанций всех категорий должна быть не ниже 0,1%, от номинала. Рабочая частота с учетом нестабильности передатчика не должна выходить за пределы частот, указанных в разрешении.

Диапазон 28,0—29,7 *Мгц* — международный 10-метровый любительский диапазон (так называемый «TEN»). На частотах 28,0—28,2 *Мгц* работают, как правило, любительские радиотелеграфные радиостанции. Частоты 28,2—29,7 *Мгц* используются для радиотелефонной работы.

Начинающему радиолюбителю следует помнить, что, работая на этом диапазоне, он представляет не только свою станцию. но и свою страну. По качеству его работы и дисциплинированности за рубежом будут судить не только о нем, но и о всех остальных советских радиолюбителях. Ни в коем случае не следует работать телефоном в телеграфном участке диапазона и загружать эфир посторонними разговорами. Радиотелефонная работа должна ограничиваться только речевой передачей, передача музыкальных записей не разрешается. Передача общего вызова «всем» не должна продолжаться более двух-трех минут, причем передачи сигнала «всем» и позывного сигнала своей станции должны чередоваться: три раза «всем», три раза позывной сигнал. В начале и в конце радиосвязи всякий раз обязательно следует давать свой позывной и позывной корреспондента.

Перед началом радиосвязи, включив приемник, надо прослушать внимательно весь диапазон и лишь после этого настраивать свой передатчик с таким расчетом, чтобы не помешать работе других станций, уже ведущих связь. Настройку передатчика в свободном участке диапазона следует производить при отключенном выходном каскаде. По окончании связи обязательно вновь прослушать диапазон и, лишь убедившись, что радиостанцию никто не вызывает, ее можно выключать. Каждый выход в эфир должен быть обязательно зарегистрирован в аппаратном журнале радиостанции. Все радиосвязи необходимо подтверждать карточками-квитанциями.

Остается сказать несколько слов об особенностях работы

на 10-метровом диапазоне. Занимая граничное место между КВ и УКВ диапазонами, эти волны обладают свойствами, присущими обоим диапазонам. Практика показала, что он пригоден для связи только днем и между пунктами, находящимися в освещенной зоне. Мертвая зона при этом достигает величины порядка 2000 *км*.

10-метровый диапазон совершенно непригоден для связи ночью. Условия прохождения волн этого диапазона тесно связаны с солнечной деятельностью. Наилучшие условия для работы на 10-метровом диапазоне наблюдаются в годы максимумов солнечной деятельности, которые повторяются через 11 лет. Такие максимумы наблюдались в 1937—1938, 1947—1948 и затем в 1957—1958 гг. В эти годы наши любители-коротковолновики, работающие на 10-метровом диапазоне, поддерживали связь с Северной и Южной Америкой, Австралией, Новой Зеландией, Африкой и рядом других точек земного шара, удаленных на большое расстояние. Хорошо проходили и дальние связи внутри СССР. Наилучшее прохождение наблюдалось в осенне-зимний период, вплоть до весны. В летние месяцы (июнь—сентябрь) этот диапазон «мертв».

Во время прохождения волн на 10-метровом диапазоне в утренние часы хорошо слышны европейские любительские станции. В это же время (до 12 часов) иногда проходят связи с Австралией, Новой Зеландией и другими восточными районами (в том числе и с нашим нолевым районом)*. Африканские радиостанции слышны в течение всего дня. Американские радиостанции появляются обычно около 16 часов и бывают слышны очень недолго (не более одного часа). Правда, иногда наблюдается прохождение волн в этом направлении в течение двух-трех часов. Наилучшие условия для дальних связей на этом диапазоне возникают незадолго до наступления сумерек. Вскоре после захода солнца прохождение прекращается.

Во время хорошего прохождения волн 10-метрового диапазона даже на очень маломощной аппаратуре возможно установление дальних связей на расстояниях порядка 1500—15 000 *км*. Атмосферные помехи на этом диапазоне совершенно отсутствуют, но больше появляется помех, создаваемых системами зажигания различных двигателей, и др.

Для экспериментальной работы 10-метровый диапазон представляет очень большой интерес. Многочисленная армия наших радиолюбителей, которая сейчас получила возможность работы на этом диапазоне, безусловно поможет делу освоения и дальнейшего изучения этого интересного участка радиоволн.

Приобретя необходимые навыки, любитель сможет приступить к постройке более сложной аппаратуры для этого

* В нолевой район СССР входит Дальний Восток.

диапазона, а в дальнейшем перейти и к освоению других УКВ диапазонов.

Необходимо помнить, что, прежде чем приступить к постройке передатчика, следует через областной радиоклуб получить в областном управлении связи соответствующее разрешение. Без этого разрешения постройка и дальнейшая эксплуатация передающей аппаратуры (независимо от ее мощности и рабочей частоты) категорически запрещается.

БАТАРЕЙНЫЙ УКВ ПРИЕМНИК*

Приемник собирается на пальчиковых лампах и предназначается для работы в неэлектрифицированной сельской местности. Кроме того, он может быть использован как походный. Чувствительность приемника порядка 40 *мкв*. В нем применяется апериодическое усиление колебаний высокой частоты, что ослабляет его собственное обратное излучение в антенну. Питание приемника осуществляется от батарей: анодных цепей от БАС-60 или БАС-80, накальных цепей — от двух элементов 3С, соединенных параллельно. Прием можно производить на трансляционный громкоговоритель мощностью 0,1—0,25 *вт*. Особенностью приемника является отсутствие колебательного контура в каскаде усиления высокой частоты. Это упрощает конструкцию приемника и делает доступным его постройку и налаживание широкому кругу начинающих ультракоротковолновиков.

Приемник может быть использован также для приема станций ЧМ вещания и звукового сопровождения телевизионных передач. Антенной приемника может служить как обычная наружная или комнатная, так и специальная УКВ антенна. Можно для этой цели использовать даже кусок обычного провода длиной 3—4 *м*.

Приемник потребляет от анодной батареи БАС-80 ток не более 7 *ма* при напряжении 80 *в*, а по накалу — около 300 *ма*.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 13-1. Приемник содержит три лампы и собран по схеме прямого усиления. Первый каскад — усилитель высокой частоты собран на лампе 1К1П, вторая лампа типа 2П1П работает в режиме сверхрегенеративного детектора. Контур сверхрегенератора составлен катушкой индуктивности L_1 и двумя конденсаторами C_9 и C_{10}. Настройка приемника осуществляется с помощью переменного конденсатора C_{10}. Регулировка режима сверхрегенерации производится путем изменения анодного напряжения на лампе $Л_2$ при помощи переменного сопротивления R_5.

Третья лампа, типа 2П1П, выполняет функции оконечного

---

* А. Бабаев. Журнал «Радио» № 11, 1956 г.

усилителя низкой частоты. В анодную цепь этой лампы включаются головные телефоны или громкоговоритель. Динамический громкоговоритель включается через выходной трансформатор. Напряжение отрицательного смещения на сетку лампы $Л_3$ подается с сопротивления R_7, зашунтированного

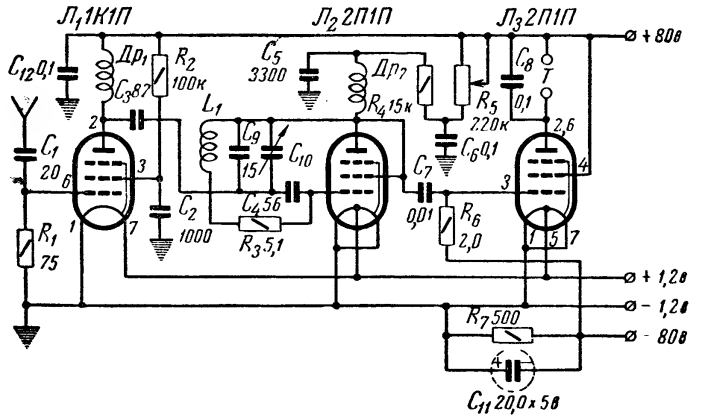


Рис. 13-1. Схема простого батарейного УКВ приемника

конденсатором C_{11}. Напряжение смещения образуется благодаря прохождению по этому сопротивлению анодного тока всех ламп.

Конструкция и детали приемника. Приемник собирается на угловом шасси размерами 150×120×100 *мм* с подвалом

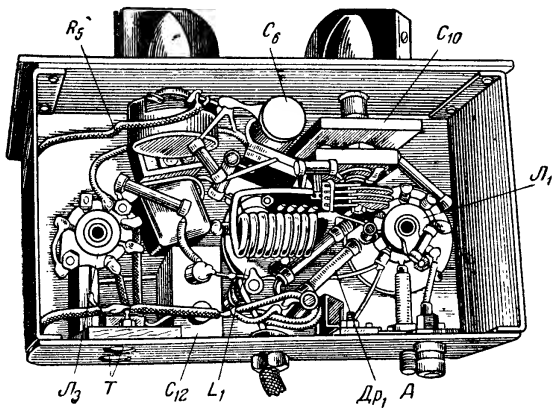


Рис. 13-2. Вид на монтаж в подвале шасси приемника

глубиной 50 *мм*, изготовленном из алюминия или листовой стали толщиной 1—1,5 *мм*. Общий вид приемника со стороны монтажа приведен на рис. 13-2.

Катушка L_1 — бескаркасная, для диапазона 28,0—29,7 *Мгц*. Она содержит 12 витков провода МГ 1,5, внешний диаметр намотки 16 *мм*, расстояние между витками в пределах от 0,6 до 0,8 *мм* (уточняется в процессе налаживания приемника).

При желании использовать приемник на частотах порядка 40—58 *Мгц* для приема ЧМ вещания следует уменьшить число витков катушки L_1 до восьми, а на частотах 63—73 *Мгц* до пяти витков. Высокочастотные дроссели $Др_1$ и $Др_2$ содержат по 180 витков провода ПЭЛ 0,08. Они намотаны на сопротивлениях типа ВС-0,5; проводящий слой с сопротивлений предварительно счищается. В случае использования приемника для приема ЧМ вещания (на частотах 64,5—73 *Мгц*) рекомендуется уменьшить индуктивность ВЧ дросселей. Они выполняются на сопротивлениях типа ВС-0,5, но число витков у них уменьшается до 30 и для намотки их используется провод ПЭЛ 0,3.

В качестве конденсатора переменной емкости C_{10} в приемнике применен малый воздушный подстроечный конденсатор, состоящий из двух неподвижных и одной подвижной пластин. Сопротивление R_5 — переменное, типа СП, мощностью 2 *вт*. Конденсатор C_4 должен быть обязательно керамический. Величина его может быть взята любой, в пределах от 50 до 60 *пф*. Ламповую панельку для второй лампы желательно взять керамическую с металлическим экраном.

Монтаж приемника должен быть достаточно жестким, а все детали его прочно закреплены. Сверху шасси располагают только лампы и блокировочный конденсатор C_{11}. Все остальные детали приемника монтируются в подвале шасси. Конденсаторы C_9 и C_{10} расположены в непосредственной близости к ламповой панельке детекторной лампы. Гнезда антенны, заземления и телефонов выведены на заднюю стенку шасси, причем против первой лампы должны находиться гнезда антенны и заземления, а против выходной — гнезда телефонов.

Цепи накала ламп, с которых надо начинать монтаж, выполняются мягким многожильным проводом в венилитовой изоляции, проводники свиваются в шнур.

Все соединения в схеме следует выполнять с помощью выводных проводничков конденсаторов и сопротивлений, которые должны иметь минимальную длину, но не меньше 10 *мм*, так как при более коротких проводничках эти детали могут быть повреждены при пайке. Особое внимание следует обратить на качество пайки деталей сверхрегенератора, иначе в приемнике будут наблюдаться шорохи и трески, а в некоторых случаях и отсутствие генерации.

Налаживание ведется в основном так же, как и у приемников вещательных диапазонов (см. главу одиннадцатую).

Остановимся лишь на некоторых моментах, присущих для приемников УКВ. Прежде всего на настройке сверхрегенеративного детектора. Поставив ручку настройки приемника (конденсатора C_{10}) в среднее положение, вращают ручку переменного сопротивления R_5 до возникновения генерации (характерного шипения, свойственного сверхрегенератору). При этом проверяют правильность включения переменного сопротивления: шипение должно возникать при вращении ручки R_5 по часовой стрелке. Если будет наблюдаться обратное явление, то провода, припаянные к выводам сопротивления, следует поменять местами.

Подбором величины емкости конденсатора C_5 в пределах от 1000 до 5000 *пф* добиваются устойчивой генерации во всем диапазоне. Следует учесть, что некоторые экземпляры ламп 2П1П вообще не генерируют или генерируют плохо, хотя хорошо работают в каскадах усиления низкой частоты. Поэтому в случае неустойчивой генерации следует предварительно поменять местами лампы $Л_2$ и $Л_3$ и убедиться, какая из них лучше работает в сверхрегенераторе. Устойчивость генерации зависит также от емкости конденсатора C_4 и сопротивления R_3. Полезно во время налаживания подобрать наивыгоднейшие величины этих деталей (C_4—30—60 *пф*, R_3—4—10 *Мом*).

Получив устойчивую генерацию, определяют и устанавливают нужные границы диапазона. Путем изменения расстояния между витками катушки L_1 следует добиться, чтобы сигнал с частотой 29 *Мгц* принимался примерно при среднем положении ротора конденсатора переменной емкости C_{10}. Затем устанавливают верхнюю и нижнюю границы рабочего диапазона приемника. Если окажется, что приемник принимает сигналы с частотой колебаний от 27,5 до 30 *Мгц*, настройку можно считать полностью законченной. Если диапазон получается слишком широким, необходимо увеличить емкость конденсатора C_9 и уменьшить индуктивность катушки L_1.

Каскад усиления высокой частоты в данном приемнике в наладке не нуждается и при правильно выполненном монтаже и исправных деталях начинает работать сразу.

Следует отметить, что при понижении анодного напряжения до 40—45 *в* и напряжении накала ниже 0,95 *в* приемник перестает работать из-за срыва генерации в сверхрегенеративном детекторе.

УКВ ПРИЕМНИК НА ТРАНЗИСТОРАХ

Выпускаемые отечественной промышленностью высокочастотные диффузионные германиевые транзисторы П-401, П-402 и П-403 хорошо работают в различных генераторных и уси-

лительных схемах на частотах до 120 *Мгц*. Здесь приводится описание простого транзисторного приемника, работающего на 10- и 20-метровых любительских диапазонах (28,0—29,7 и 14,0—14,35 *Мгц*). Приемник, кроме связи, может быть использован для радиоуправляемых моделей и телеметрических схем. Чувствительность приемника на 10-метровом диапазоне не хуже 40 *мкв*, на 20-метровом — порядка 70 *мкв*. На выход приемника могут быть подключены головные телефоны (2000—4000 *ом*) или малогабаритный трансляционный громкоговоритель типа «Малютка».

Питание приемника может производиться от батарейки типа КБС-Х-0,55, которая обеспечивает питание приемника в течение 100—120 часов. При незначительной переделке на нем можно принимать УКВ станции ЧМ вещания и звукового сопровождения телевизионных передач.

Схема. Приемник собран по схеме прямого усиления (0-V-2) на трех транзисторах (рис. 13-3). Первый транзистор $ПП_1$ (типа П-403) работает в режиме сверхрегенеративного детектора с самогашением частоты. Транзисторы $ПП_2$ и $ПП_3$ (типа П-13А) используются в схеме двухкаскадного усилителя низкой частоты. Низкочастотный трансформатор $Тр_1$ служит для согласования выхода сверхрегенеративного каскада с входом усилителя низкой частоты. В оконечном каскаде усилителя низкой частоты для большей стабильности работы на

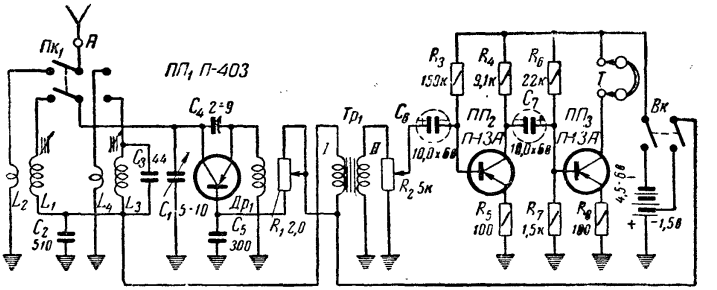


Рис. 13-3. Схема УКВ приемника на транзисторах

основание транзистора $ПП_3$ задается постоянное отрицательное смещение с помощью цепочки сопротивления R_6 и R_7. Высокоомные головные телефоны (или первичная обмотка трансформатора динамика) включаются непосредственно в цепь коллектора транзистора $ПП_3$.

Конструкция и детали. Внешний вид и размеры катушек индуктивности и ВЧ дросселя $Др_1$ приведены на рис. 13-4. Катушка L_1 намотана на ребристом полистироловом каркасе

диаметром 14 *мм* проводом МГ 0,65, содержит 11 витков, длина намотки 16 *мм;* катушка L_2 намотана поверх катушки L_1 проводом марки ПМВ сечением 0,75 *мм*^{2} (монтажный провод с винилитовой изоляцией). Катушка L_2 содержит два витка. Положение ее витков относительно катушки L_1 определяется

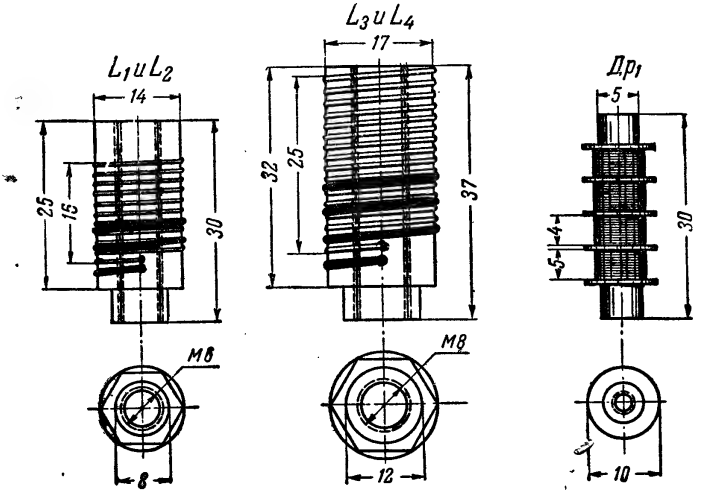


Рис. 13-4. Катушки индуктивности и ВЧ дроссель УКВ приемника

во время налаживания приемника. Катушка L_3 намотана на ребристом полистироловом каркасе диаметром 17 *мм* проводом МГ 1,2. Она содержит 15 витков, длина намотки 25 *мм*. Катушка L_4 выполняется из такого же провода, как и L_2. Она содержит три витка, величина связи с катушкой L_3 также подбирается опытным путем, во время налаживания приемника. Катушки индуктивности имеют подстроечные сердечники из карбонильного железа.

Высокочастотный дроссель $Др_1$ намотан на каркасе из органического стекла и содержит 400 витков провода ПЭЛ 0,1. Обмотка произведена «внавал» и разбита на четыре секции, по 100 витков в каждой. Конденсатор переменной емкости C_1 (малый подстроечный конденсатор с воздушным диэлектриком) имеет одну неподвижную и две подвижные пластины. C_4 — керамический подстроечный конденсатор типа КПК-1, C_2, C_3 и C_5 — керамические конденсаторы типа КДМ или КТМ, C_6 и C_7 — малогабаритные электролитические конденсаторы типа ЭМ. Переменные сопротивления R_1 и R_2 — типа СПО-0,5, все постоянные сопротивления — типа УЛМ 0,12 или МЛТ 0,5.

Переключатель $ПК_1$ и выключатель $Вк$ — обычные двухполюсные переключатели типа «тумблер». Могут быть использованы и любые другие переключатели подходящей конструкции.

Трансформатор $Тр_1$ — самодельный, выполнен на пермаллоевых пластинах Ш-6, набор 10 *мм*. Обмотка *I* содержит 5000 витков провода ПЭЛ 0,05, обмотка *II* — 200 витков провода ПЭЛ 0,15. В приемнике могут быть использованы заводские трансформаторы от слуховых аппаратов «Звук» или «Кристалл».

Если на выходе приемника предполагается использовать малогабаритный динамический громкоговоритель, то к нему потребуется дополнительно изготовить выходной трансформатор. Такой трансформатор может быть выполнен на железе (желательно повышенной проницаемости) Ш-9, толщина пакета 10 *мм*, зазор 0,1 *мм*; обмотка *I* должна иметь 1700 витков провода ПЭЛ 0,15, обмотка *II* — 93 витка ПЭЛ 0,31. Приведенные данные рассчитаны на динамический громкоговоритель с звуковой катушкой, сопротивление которой постоянному току составляет 4 *ом*.

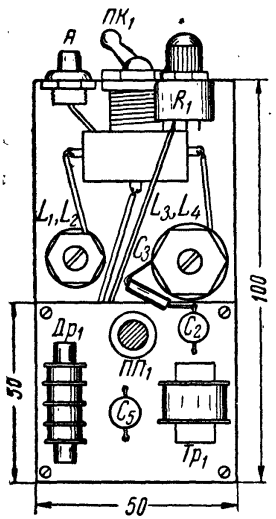


Рис. 13-5. Монтаж деталей над горизонтальной панелью

Приемник собирается на металлическом шасси размерами 50×70×100 *мм* с подвалом глубиной 30 *мм*. Расположение деталей над горизонтальной панелью шасси показано на рис. 13-5. Для монтажа деталей ВЧ узла и усилителя НЧ изготавливаются две планки из оргстекла или гетинакса размером 50×50 *мм*. Конденсатор настройки C_1, подстроечный конденсатор C_4, переменное сопротивление регулятора громкости R_2 и выключатель $Вк$ помещаются под горизонтальной панелью (в подвале шасси). Указанная компоновка и расположение деталей не являются строго обязательными, они в основном будут определяться конструкцией и размерами деталей, которыми располагает любитель, и целевым назначением приемника.

Налаживание. На время налаживания приемника желательно последовательно в цепь питания включить миллиамперметр постоянного тока со шкалой на 10—20 *ма*. Обмотка *I* трансформатора $Тр_1$ отключается от ВЧ узла и на нее подается напряжение звуковой частоты от какого-либо генера-

тора с частотой порядка 1000 *гц*. При отсутствии подходящего звукового генератора можно воспользоваться для налаживания усилителя НЧ трансляционной сетью, подав на обмотку *I* небольшое напряжение (не более 30—50 *мв*) с делителя напряжения, подключенного параллельно розетке транссети. В качестве такого делителя может быть использовано переменное сопротивление величиной 500—1000 *ом*.

Наладка усилителя НЧ заключается в получении на выходе достаточной громкости сигнала с минимальными искажениями. Прежде всего следует практически подобрать наивыгоднейшую величину сопротивления R_3, для этого оно временно заменяется переменным сопротивлением. Налаживание оконечного каскада усилителя НЧ также сводится к подбору наивыгоднейшей величины сопротивления R_6, для чего его временно заменяют переменным сопротивлением порядка 50 *ком*. При подборе оптимальной величины R_6 следует одновременно контролировать силу тока в цепи коллектора транзистора $ПП_3$ — он не должен быть более 4—5 *ма* (при большем токе коэффициент усиления выходного каскада сильно понижается). Полезно также проверить силу тока в цепи коллектора транзистора $ПП_2$ — она не должна быть больше 0,5 *ма*. Закончив таким образом налаживание усилителя НЧ, подключают его к ВЧ блоку и производят налаживание последнего.

Вращая движок переменного сопротивления R_1, добиваются появления в телефонах характерного шипения, свойственного сверхрегенеративному детектору. Если генерация не возникает, следует увеличить емкость подстроечного конденсатора C_4. Емкость его подбирается таким образом, чтобы при вращении движка переменного сопротивления R_1 генерация плавно возникала и прекращалась.

При налаживании сверхрегенеративного каскада следует учитывать, что в этом режиме некоторые экземпляры транзисторов не работают. Если возможно, то для работы в этом каскаде предпочтительно применять наиболее высокочастотные транзисторы (П-403). Лучше всего в режиме сверхрегенератора работают транзисторы типа П-403А, имеющие повышенный коэффициент усиления по току.

Одновременно следует подобрать и наивыгоднейшее напряжение питания каскада — некоторые экземпляры транзисторов работают лучше при напряжении 3—4,5 *в*.

Получив устойчивую генерацию в пределах всего диапазона, определяют граничные частоты каждого диапазона и производят их подгонку путем изменения индуктивности катушек L_1 и L_3 и, если это потребуется, подключением параллельно им небольших керамических конденсаторов.

Наивыгоднейшее положение витков катушек L_2 и L_4 относительно катушек L_1 и L_3 подбирается по максимальной

громкости сигнала в телефонах. Величина подаваемого при этом на антенный вход сигнала должна быть минимальной (не более 50 *мкв*). Лучше всего подобрать наивыгоднейшую связь с антенной для каждого из диапазонов во время приема любительских станций. После этого производят окончательную градуировку каждого рабочего диапазона приемника.

По желанию один из диапазонов приемника может быть перестроен для приема станций ЧМ вещания или звукового сопровождения одного из телевизионных каналов. В этом случае потребуется изготовить только другую контурную катушку. Она может быть бескаркасной, из провода диаметром 1,5—2 *мм*, диаметр витка 10 *мм*. Катушка должна содержать четыре-пять витков. Индуктивность подгоняется путем изменения расстояния между ее витками. Катушка связи с антенной имеет один-два витка монтажного провода ПМВ.

УКВ ПЕРЕДАТЧИК НА ТРАНЗИСТОРАХ

В настоящее время в целом ряде различных маломощных КВ и УКВ передатчиков используются схемы, целиком работающие на транзисторах. Приводим описание такого радиотелефонного передатчика, работающего в диапазоне 28,0—29,7 *Мгц*. Передатчик имеет кварцевую стабилизацию частоты. В нем применена амплитудная коллекторная модуляция.

Питание передатчика может осуществляться от малогабаритных аккумуляторов (кадмиево-никелевых или серебряно-цинковых) или сухих гальванических элементов. Общая мощность, потребляемая от источников питания, около 300 *мвт*. Мощность, отдаваемая в антенну, порядка 80—90 *мвт*.

Для работы с передатчиком могут применяться любые УКВ антенны несимметричного питания (в том числе и штыревые). При желании выход передатчика может быть переделан для работы с симметричными антеннами.

Схема. Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 13-6. Передатчик имеет четыре высокочастотных каскада: задающий генератор, первый удвоитель частоты, второй удвоитель частоты и усилитель мощности. Модулятор передатчика имеет три каскада усиления низкой частоты.

Задающий генератор собран по схеме с обратной связью. В цепь эмиттера транзистора $ПП_1$ включается кварц с собственной резонансной частотой в пределах от 7000 до 7425 *кгц*. Кварцевая стабилизация частоты задающего генератора обеспечивает высокую стабильность генерируемых колебаний, что является особенно важным для маломощных передатчиков.

Колебательный контур L_1C_1, включенный в цепь основания транзистора $ПП_1$, настраивается на резонансную частоту кварцевой пластины. Наивыгоднейшее напряжение смещения подбирается с помощью переменного сопротивления R_1.

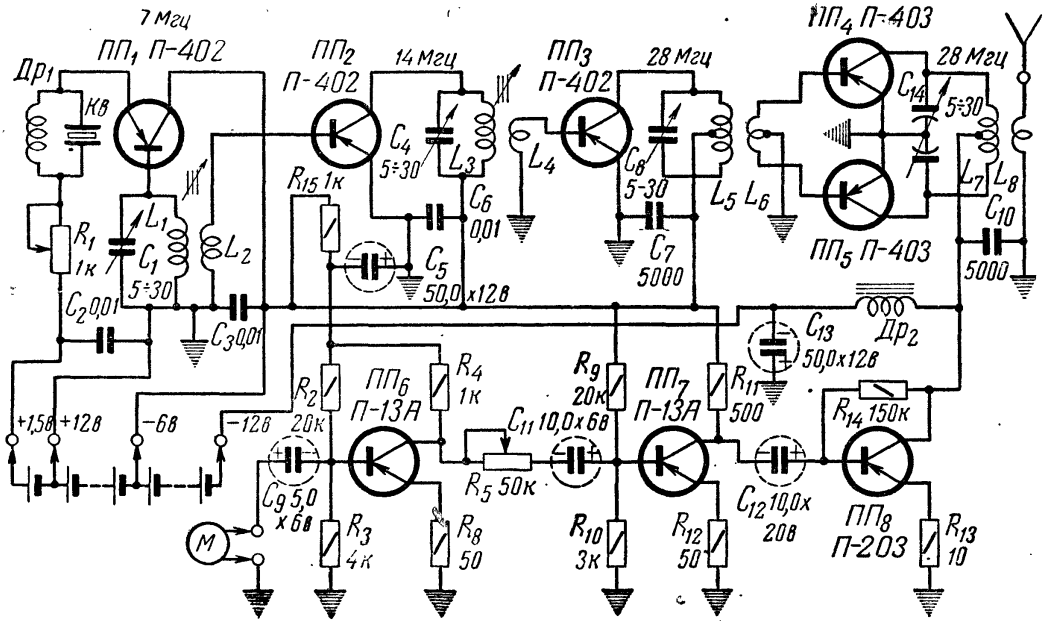


Рис. 13-6. Принципиальная схема УКВ передатчика на транзисторах

Напряжение ВЧ, снимаемое с помощью катушки L_2, индуктивно связанной с контуром L_1C_1, подается на основание транзистора $ПП_2$, работающего в каскаде первого удвоителя частоты, выполненного по схеме последовательного питания. Колебательный контур L_3C_4 с помощью конденсатора C_4 и подстроечного карбонильного сердечника катушки L_3 настраивается на одну из частот в пределах 14,0—14,85 *Мгц* (на удвоенную частоту примененного кварца). Транзистор $ПП_2$ включен по схеме с заземленным эмиттером. Катушка L_4, индуктивно связанная с контурной катушкой L_3, подключена к основанию транзистора $ПП_3$, работающего во втором каскаде удвоения частоты. Транзистор $ПП_3$ также работает в схеме с заземленным основанием, контур L_5C_6 в коллекторной цепи этого транзистора соответственно настраивается на одну из частот диапазона 28,0—29,7 *Мгц*. Для лучшего согласования с входом двухтактного оконечного каскада передатчика напряжение питания подается на среднюю точку катушки L_5, а катушка связи L_6 имеет вывод от средней точки для подключения к корпусу.

Транзисторы $ПП_4$ и $ПП_5$, работающие в двухтактном усилителе мощности, также включены по схеме с заземленным эмиттером. Выходной контур L_7C_7 выполнен по симметричной схеме, связь этого контура с антенной индуктивная. Опти-

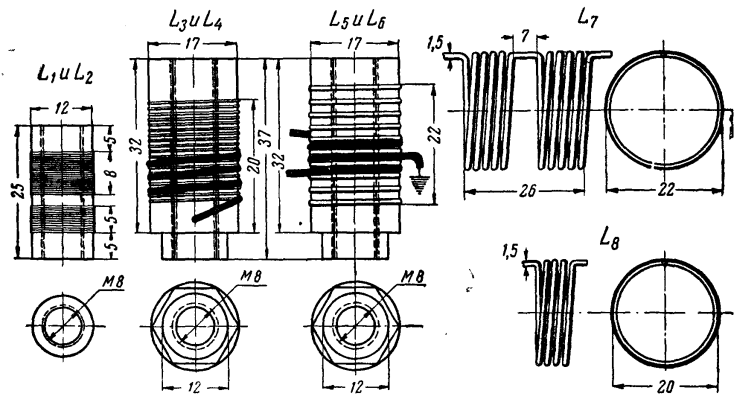


Рис. 13-7. Катушки индуктивности передатчика

мальная связь с антенной подбирается во время налаживания передатчика путем перемещения катушки связи L_8 относительно контурной катушки L_7.

Модулятор передатчика содержит три каскада усиления НЧ, собранные по схеме с заземленным эмиттером. Регули-

ровка коэффициента усиления (глубина модуляции передатчика) осуществляется с помощью переменного сопротивления R_5, включенного в цепь основания транзистора $ПП_6$. Развязывающий фильтр $R_{15}C_{10}$ в цепи питания транзистора $ПП_6$ служит для предотвращения возбуждения усилителя. Модуляция оконечного каскада передатчика осуществляется с помощью низкочастотного дросселя $Др_2$, являющегося общей коллекторной нагрузкой для транзисторов $ПП_4$, $ПП_5$ и $ПП_8$, работающих в оконечных каскадах передатчика и модулятора. Для работы с передатчиком может быть использован динамический микрофон типа МД-42 или другой подобный ему, обеспечивающий получение на входе модулятора напряжения звуковой частоты порядка 3—4 *мв*. Микрофоном может служить динамический громкоговоритель (например, типа 1ГД-9).

Конструкция и детали. В качестве транзисторов $ПП_1$, $ПП_2$, $ПП_3$, $ПП_4$ и $ПП_5$ могут работать транзисторы типов П-401, П-402, П-403, П-403А. Однако наилучшие результаты можно получить, применив в предварительных каскадах передатчика более высокочастотные транзисторы П-402 (или П-403), а в оконечном каскаде передатчика — транзисторы типа П-403А. В этом случае облегчается получение наибольшей мощности на выходе передатчика и улучшается стабильность его работы.

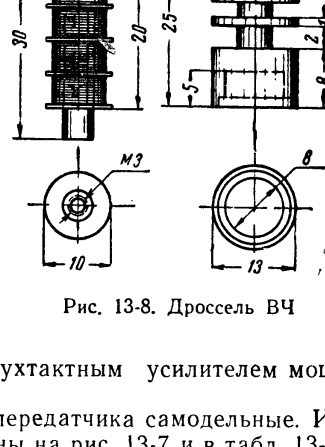


Рис. 13-8. Дроссель ВЧ

Как уже говорилось выше, в задающем генераторе могут быть использованы кварцевые пластины с резонансными частотами от 7000 до 7425 *кгц*. При наличии кварцевых пластин с резонансными частотами от 9334 до 9900 *кгц* конструкция передатчика может быть существенным образом упрощена. В этом случае второй каскад передатчика переводится в режим утроения частоты, который непосредственно связывается с оконечным двухтактным усилителем мощности.

Все катушки индуктивности передатчика самодельные. Их конструкция и размеры приведены на рис. 13-7 и в табл. 13-1. Катушки L_4 и L_5 намотаны на полистироловых каркасах и имеют подстроечные сердечники из карбонильного железа.

Дроссель $Др_1$ намотан на каркасе из органического стекла. Обмотка разбита на четыре секции по 200 витков провода ПЭЛ 0,1 в каждой (рис. 13-8).

Конденсаторы C_1, C_4, C_6 — малогабаритные подстроечные с воздушным диэлектриком. В качестве их могут быть использованы и керамические подстроечные конденсаторы типа КПК-1.

Симметричный конденсатор переменной емкости C_7 собран из двух малых подстроечных конденсаторов. Конструкция его показана на рис. 13-9. Керамические основания конденсаторов скреплены друг с другом металлической шпилькой с резьбой М-3. На концы роторов конденсаторов надевают латунную втулку. Выводы от пружинящих контактных шайб соединяют вместе. Концы катушки L_7 в дальнейшем припаивают непосредственно к выводам статорных пластин обеих половинок конденсатора. Для уменьшения габаритов конец оси у одного из соединяемых конденсаторов обрезают.

Индуктивность катушек L_1, L_3 и L_5 измерена без подстроечных карбонильных сердечников.

Таблица 13-1

ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ВЧ ДРОССЕЛЯ

Катушка	Назначение катушки	Провод	Число витков	Индуктивность, *мкгн*
L_1	Контурная катушка задающего генератора	ПЭЛ 0,22	22	8,6
L_2	Катушка связи	ПЭЛ 0,22	6	1,3
L_3	Контурная катушка первого удвоителя частоты	МГ 0,69	20	3,2
L_4	Катушка связи	ПМВ 0,75	3	
L_5	Контурная катушка второго удвоителя частоты	МГ 1,2	10	1,6
L_6	Катушка связи	ПМВ 0,75	2	
L_7	Контурная катушка оконечного каскада	ПЭЛ 1,5	5+5	2,2
L_8	Катушка связи с антенной	ПЭЛ 1,5	4	0,7
	ВЧ дроссель	ПЭЛ 0,1	800	1700

Конденсаторы C_2, C_3, C_5, C_7 и C_8 — керамические, типа КТК или слюдяные, типа КСО; C_9, C_{10}, C_{11} и C_{12} — малогабаритные электролитические конденсаторы, типа ЭМ; конденсатор C_{13} — электролитический, типа ЭТО.

Модуляционный дроссель $Др_2$ намотан на сердечнике из пластин Ш-6 (желательно из стали с повышенной магнитной проницаемостью), толщина пакета 10 *мм*, его обмотка содержит 600 витков провода ПЭЛ 0,05. Все постоянные сопротив-

ления типа УЛМ-0,12 или МЛТ-0,5, переменное сопротивление R_1 — типа СПО-0,5.

Передатчик может быть смонтирован на металлическом шасси размером 60×135×70 *мм* с подвалом глубиной 32 *мм*.

Конструктивное оформление передатчика определяется его целевым назначением (работа в стационарных условиях или в качестве передвижки). Если радиолюбитель не располагает для его изготовления малогабаритными деталями, можно

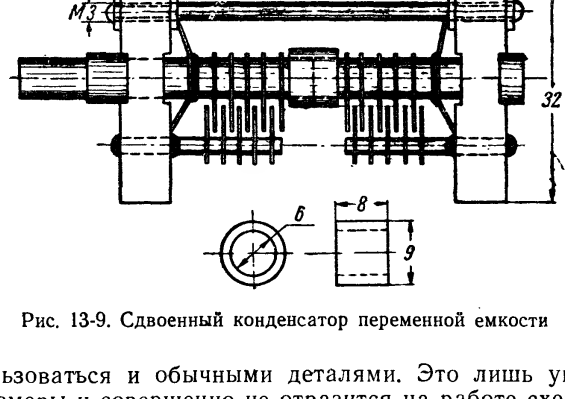


Рис. 13-9. Сдвоенный конденсатор переменной емкости

воспользоваться и обычными деталями. Это лишь увеличит его размеры и совершенно не отразится на работе схемы.

Налаживание передатчика. Проверив правильность монтажа, можно приступить к налаживанию передатчика. Налаживание начинают с ВЧ части передатчика. Покаскадно передатчик налаживают следующим порядком: на транзистор $ПП_1$ подают питающие напряжения и путем изменения величины переменного сопротивления R_1 подбирают напряжение смещения на транзистор $ПП_1$ такой величины, при которой в контуре L_1C_1 появятся колебания высокой частоты.

Контур L_1C_1 желательно предварительно (например, с помощью ГИРа) настроить на резонансную частоту кварцевой пластины. Для контроля удобнее всего воспользоваться катодным вольтметром (например, ВКС-7б). Его следует подключить к катушке L_2, которую на время налаживания задающего генератора отключают от основания транзистора $ПП_2$. Можно для контроля воспользоваться и простейшим ВЧ пробником, составленным из витка связи (кремниевого или германиевого диода) и микроамперметра на 50—100 *мка*. Напряжение ВЧ на катушке L_2 при правильно подобранном смещении и настроенном в резонанс контуре L_1C_1 должно быть порядка 0,8—1,0 *в*. Ток коллектора транзистора $ПП_1$ при этом будет 2—2,5 *ма*.

При налаживании задающего генератора следует учитывать, что он может возбудиться и не на основной резонансной частоте кварца. Проверку легче всего произвести с помощью градуированного волномера или коротковолнового приемника, на котором прослушивают работу задающего генератора передатчика. Если генератор работает на основной частоте кварца, то слышимый в приемнике тональный сигнал будет чистым, характерным для кварцевого генератора. При этом частота генерируемых колебаний должна оставаться неизменной при небольшой расстройке контура L_1C_1 и колебания должны полностью срываться при значительной расстройке контура. Если этого нет и прослушиваемый на приемнике сигнал неустойчив, а частота, на которую настроен приемник, не совпадает с резонансной частотой кварца, значит генератор работает без кварцевой стабилизации. В этом случае необходимо проверить исправность кварцевой пластины и изменением настройки контура L_1C_1 добиться работы генератора на ее резонансной частоте.

После наладки задающего генератора конец катушки L_3 подсоединяется к основанию транзистора $ПП_2$, на коллектор которого подается питающее напряжение. Катушка L_4 временно отсоединяется от основания транзистора $ПП_3$. Контур L_3C_4 желательно предварительно настроить на частоту порядка 14 *Мгц*. Катодный вольтметр подключается к катушке L_4 (или ВЧ пробник индуктивно связывается с контуром L_3C_4). Правильность настройки контура L_3C_4 на вторую гармонику кварца проверяется с помощью резонансного волномера. Если настроить контур на частоту второй гармоники с помощью конденсатора C_4 и подстроечного сердечника катушки L_3 не удается, нужно изменить число витков катушки L_3.

Второй удвоительный каскад передатчика настраивают аналогичным порядком. Правильность его настройки контролируют по волномеру или приемнику.

Налаживание усилителя мощности сводится к настройке контура L_7C_{14} на частоту порядка 28 *Мгц* и подбору транзисторов $ПП_4$ и $ПП_5$. Эти транзисторы желательно отобрать с таким расчетом, чтобы они имели примерно равные коэффициенты усиления по току и одинаковый начальный ток коллектора.

Для налаживания оконечного каскада и в дальнейшем, при подборе оптимальной связи его с антенной, резонансный волномер (или ВЧ пробник) устанавливают на таком расстоянии от катушки L_7, чтобы стрелка прибора индикатора отклонялась примерно на половину шкалы. Общий ток коллекторов транзисторов $ПП_4$ и $ПП_5$ не должен быть больше 15—18 *ма*. При большем токе возможен пробой барьерного слоя и выход транзисторов из строя. Для улучшения условий теплоотдачи на транзисторы $ПП_4$ и $ПП_5$ надевают латунные

радиаторы (см. рис. 13-9). Лак, покрывающий внешнюю поверхность этих транзисторов, аккуратно удаляют.

Наивыгоднейшую величину связи оконечного каскада передатчика с антенной определяют с помощью ВЧ пробника. Для этого виток связи пробника подносят к фидеру антенны на такое расстояние, при котором стрелка прибора будет отклоняться на 30—50° шкалы прибора. Далее путем перемещения катушки L_8 относительно катушки L_7 и одновременной подстройкой контура конденсатором C_{14} устанавливают оптимальную величину связи с антенной, руководствуясь максимальными показаниями прибора-индикатора.

Налаживание модулятора передатчика аналогично налаживанию усилителя низкой частоты на транзисторах. Головные телефоны сопротивлением 2000—4000 *ом* подключают последовательно в коллекторную цепь транзистора $ПП_8$. На вход модулятора подают напряжение звуковой частоты, после чего покаскадно налаживают модулятор. Можно производить налаживание модулятора, пользуясь микрофоном. Так же, как и при налаживании НЧ усилителя в предыдущей конструкции, временно следует заменить сопротивления R_2 и R_9 соответствующими переменными сопротивлениями, с помощью которых надо подобрать наивыгоднейшие режимы работы для транзисторов $ПП_6$ и $ПП_7$.

По окончании налаживания величина отрицательного напряжения на основаниях транзисторов $ПП_6$ и $ПП_7$ должна быть равной 0,13—0,15 *в*, сила тока в коллекторной цепи — 0,5—0,6 *ма*.

Налаживание оконечного усилительного каскада модулятора производят с подключенным передатчиком. Подбором величины сопротивления R_{14} добиваются достаточной глубины модуляции (не менее 60—70%). Ток коллектора транзистора $ПП_8$ устанавливают в пределах от 10 до 12 *ма*. В оконечном каскаде модулятора, кроме транзисторов типа П-203, можно также применять транзисторы типа П-201, П-202 и П-3.

Для питания передатчика могут быть использованы кадмиево-никелевые аккумуляторы (например, малогабаритные аккумуляторы типа Д-0,2), серебряно-цинковые аккумуляторы типа СЦ-1,5 или гальванические элементы. Гальванические элементы желательно применять емкостью не менее 3 *а-ч* (например, типа 1КС-УЗ или БНС-1,5), так как общий ток, потребляемый передатчиком от источников питания, довольно велик — порядка 40 *ма*.

УКВ РАДИОСТАНЦИЯ СЕТЕВОГО ПИТАНИЯ

Радиостанция предназначена для ведения симплексной радиотелефонной связи на 28,0—29,7 *Мгц*. Мощность, отдаваемая передатчиком в антенну, 4—5 *вт*, чувствительность

приемника не хуже 15 *мкв*. Для питания радиостанции используется кенотронный выпрямитель, подключенный к сети переменного тока промышленной частоты напряжением 110—220 *в*. Для работы с радиостанцией могут быть использованы обычные любительские антенны несимметричного питания

Схема

Схема радиостанции приведена на рис. 13-10. Передатчик радиостанции собран на трех пентодах: $Л_1$ (6Ж4), $Л_2$ (6П9), $Л_3$ (6П9) и стабилизаторе $Л_4$ (СГ-4С). Приемник радиостанции собран также на трех пентодах: $Л_6$ и $Л_7$ (6Ж4) и $Л_8$ (6П9).

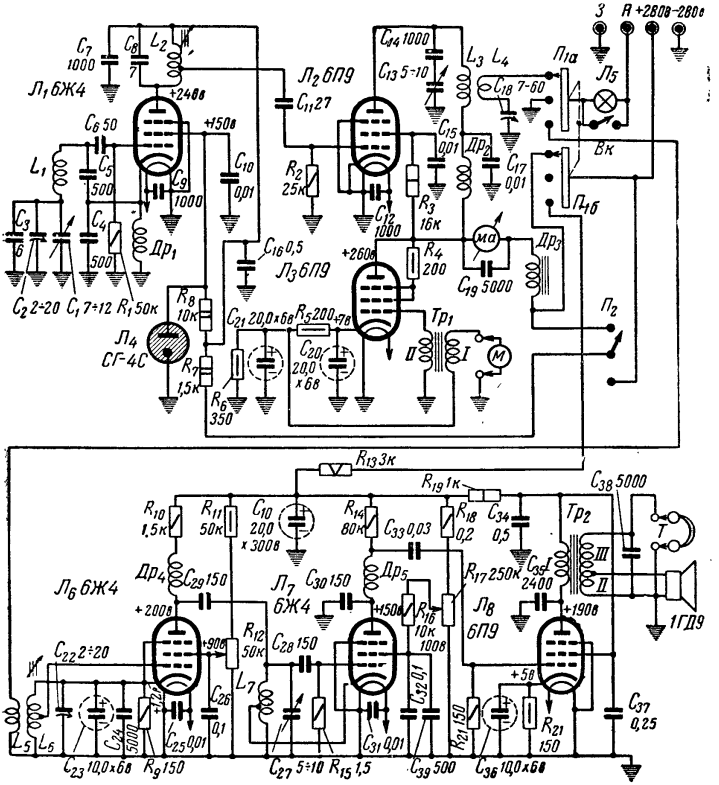


Рис. 13-10. Принципиальная схема УКВ радиостанции

Переход с передачи на прием на радиостанции осуществляется с помощью переключателя $П_{1а}$ — $П_{1б}$. В положении

«Передача» к выходу передатчика подключается антенное устройство и подается питание на анодно-экранные цепи ламп $Л_1$—$Л_3$. Газоразрядный стабилитрон $Л_4$ (СГ-4С) через ограничительные сопротивления R_7 и R_8 также подключается к цепи высокого напряжения. Он служит для поддержания постоянства напряжения на экранной сетке лампы $Л_1$. В положении «Прием» антенное устройство переключается на вход приемника, а анодное напряжение — на лампы $Л_6$, $Л_7$ и $Л_8$. В среднем положении переключателя $П_{1а}$—$П_{1б}$ антенное устройство закорачивается на «землю», а анодное напряжение выключается.

Колебательный контур задающего генератора (лампа 6Ж4) составлен из катушки L_1 и конденсаторов C_1, C_2, C_3, C_4 и C_5.

Для повышения стабильности частоты задающего генератора общая емкость колебательного контура выбрана достаточно большой и параллельно конденсаторам C_1 и C_2 включен компенсирующий конденсатор C_3, обладающий отрицательным температурным коэффициентом. Плавное перекрытие полосы частот любительского 10-метрового диапазона осуществляется с помощью конденсатора переменной емкости C_1. Емкость этого конденсатора взята достаточно малой. При повороте ручки настройки от 0 до 180° сеточный контур лампы $Л_1$ перестраивается с 14,0 до 14,85 *Мгц*.

В анодную цепь лампы задающего генератора включен контур, состоящий из катушки индуктивности L_2 и конденсатора C_8, настроенный на среднюю частоту 10-метрового диапазона (28,85 *Мгц*). Величина напряжения высокой частоты на контуре L_2C_8 на крайних частотах диапазона (28,0 и 29,7 *Мгц*) при этом получается не менее 12—15 *в*, т. е. вполне достаточной для обеспечения нормальной работы оконечного каскада передатчика в режиме усиления на всех частотах 10-метрового диапазона.

Напряжение высокой частоты с контура L_2C_8 через конденсатор C_{11} поступает на управляющую сетку лампы $Л_2$ (6П9), работающую в оконечном каскаде передатчика. Оконечный каскад передатчика собран по схеме последовательного питания. Необходимое напряжение смещения на управляющую сетку лампы $Л_2$ задается за счет падения напряжения на сопротивлении R_2, стоящего в сеточной цепи этой лампы. Колебательный контур оконечного каскада передатчика составлен из катушки L_3 и конденсаторов C_{13}, C_{14}. Конденсатор большой емкости C_{14}, включенный последовательно с конденсатором переменной емкости C_{13}, служит для предохранения источника высокого напряжения от короткого замыкания при пробое (или случайном замыкании пластин) конденсатора C_{13}.

Второй пентод $Л_3$ (6П9) используется в схеме передатчика как усилитель низкой частоты — модулятор. Угольный микрофон, преобразующий звуковые колебания в электрические, включен в цепь первичной обмотки трансформатора $Тр_1$. Напряжение смещения на управляющую сетку лампы $Л_3$ задается за счет падения напряжения на сопротивлениях R_5 и R_6, включенных в цепь катода этой лампы. Часть этого напряжения, снимаемого со средней точки сопротивлений R_5— R_6, используется для питания угольного микрофона. Сопротивление R_8, шунтирующее микрофонную цепь трансформатора $Тр_1$, служит также для ограничения тока, текущего через микрофонный капсюль.

Анодно-экранные цепи ламп $Л_2$ и $Л_3$ питаются через модуляционный дроссель $Др_3$. При таком включении напряжение на электродах лампы $Л_2$ будет меняться в такт с изменениями напряжения низкой частоты, образующимися на модуляционном дросселе $Др_3$. Напряжение на анодах ламп $Л_2$ и $Л_3$ при модуляции также будет изменяться. Эти изменения вызовут соответствующее изменение тока, протекающего через лампу $Л_2$. В результате изменений тока и напряжения на лампе усилителя мощности $Л_2$ изменится и амплитуда высокочастотных колебаний на контуре $L_4C_{13}C_{14}$, т. е. будет происходить модуляция высокой звуковой частоты. Такую схему называют схемой анодной модуляции. Она получила широкое распространение из-за своей простоты и хорошего качества модуляции при высоком к. п. д. у модулируемого каскада.

Последовательно с дросселем $Др_3$ включен миллиамперметр постоянного тока типа М-55. Конденсатор C_{19} блокирует цепь миллиамперметра от возможной наводки на нее высокой частоты. С помощью миллиамперметра осуществляется точная резонансная настройка колебательного контура оконечного каскада передатчика и осуществляется контроль за работой модулятора.

Вместо миллиамперметра в эту цепь можно включить лампочку накаливания (2,5×0,075), по яркости свечения которой можно будет также определять момент резонансной настройки оконечного каскада передатчика и контролировать работу модулятора.

Переключатель $П_2$ служит для включения задающего генератора передатчика при включенном приемнике. Это необходимо для точной настройки своего передатчика на частоту корреспондента. В настоящее время все связи на этом УКВ диапазоне в основном проводятся так же, как и на коротковолновых диапазонах, на одной (общей) частоте. Поэтому, чтобы связаться с какой-либо станцией, дающей циркулярный вызов, приходится предварительно настраивать свой передатчик на ту же частоту, на которой работает вызывающая станция.

Приемник радиостанции собран по схеме прямого усиления 1-V-1 с регенеративным детектором (рис. 13-10). Принятый антенной сигнал через контакты переключателя $П_1$, находящегося в положении «Прием», поступает на катушку индуктивности L_5, связанную индуктивно с входным контуром L_6C_{22}, который настраивается на среднюю частоту рабочего диапазона (28,85 *Мгц;* рис. 13-11). Как показала практика, обычно во время работы нет особой необходимости в перестройке этого контура для работы на крайних частотах диапазона. Но в данной конструкции предусмотрена и такая воз-

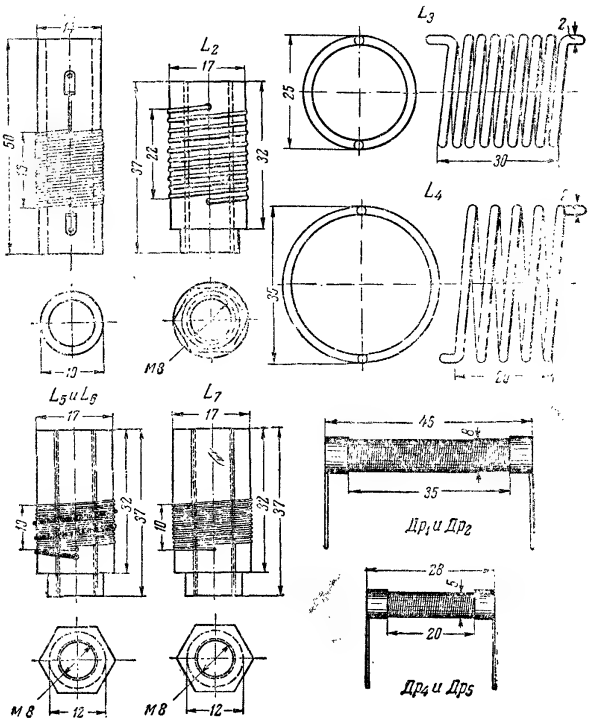


Рис. 13-11. Катушки индуктивности и ВЧ дроссели

можность. Подстроечный конденсатор C_{22} укреплен на вертикальной панели шасси радиостанции, и в случае необходимости всегда можно произвести подстройку входного контура (вращая с помощью отвертки шлиц конденсатора C_{22}).

Дроссель высокой частоты $Др_4$ служит анодной нагрузкой лампы $Л_6$. Отрицательное смещение на сетку лампы $Л_6$ полу-

чается за счет падения напряжения на сопротивлении R_9, стоящем в цепи катода этой лампы.

Усиленный высокочастотный сигнал через конденсатор C_{29} попадает на контур регенеративного каскада.

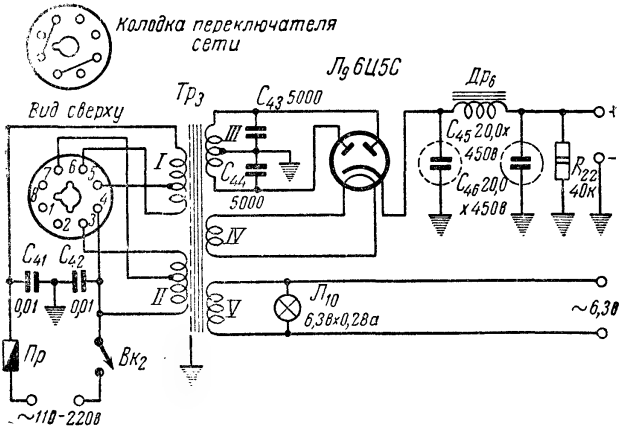


Рис. 13-12. Схема выпрямителя для питания радиостанции

В качестве катушки обратной связи используется часть витков контурной катушки L_7, отвод от которой подключен к катодной цепи лампы $Л_7$. Регулировка обратной связи производится путем изменения напряжения на экранной сетке лампы $Л_7$ с помощью переменного сопротивления R_{17}. Усиленный и продетектированный сигнал из анодной цепи лампы $Л_7$ через конденсатор C_{33} поступает на управляющую сетку лампы $Л_8$ (6П9), работающую в режиме усиления НЧ. В анодную цепь лампы $Л_8$ включен выходной трансформатор $Тр_2$, ко вторичной обмотке которого подключены динамический громкоговоритель и головные телефоны.

Выпрямитель для питания радиостанции собран по схеме двухполупериодного выпрямления (рис. 13-12). Он дает постоянное напряжение 250—300 *в* при токе 100—120 *ма*. У силового трансформатора $Тр_3$ имеется пять обмоток. Две из них (*I* и *II*) сетевые, имеют отводы от части витков и с помощью переключателя сети могут быть соединены последовательно или параллельно, в зависимости от величины питающего напряжения (110, 127 или 220 *в*). Повышающая обмотка *III* имеет вывод от средней точки. Обмотка *IV* служит для накала кенотрона $Л_9$ (6Ц5С). Обмотка *V* используется для питания цепей накала всех ламп радиостанции. Сигнальная лампочка $Л_{10}$, подключенная параллельно обмотке *V*, является

указателем включения выпрямителя. Конденсаторы C_{41} и C_{42}, подключенные ко входу выпрямителя, служат для защиты приемника радиостанции от проникания в него помех из сети, C_{43} и C_{44}, подключенные к анодам кенотрона $Л_9$, способствуют уменьшению фона переменного тока на выходе выпрямителя

Фильтр выпрямителя состоит из двух электролитических конденсаторов C_{45} и C_{46} и дросселя низкой частоты $Др_6$. Параллельно выходу выпрямителя включено нагрузочное сопротивление R_{22} для стабилизации напряжения на выходе выпрямителя при переходе с передачи на прием и разрядке конденсаторов фильтра после отключения выпрямителя от сети. Выпрямитель выполнен в виде отдельного блока, что позволяет его использовать для питания других конструкций.

Конструкция и детали радиостанции

Радиостанция смонтирована на угловом шасси размером 240×210×140 *мм* с подвалом глубиной 60 *мм*. Шасси изготавливается из листовой стали толщиной 1 *мм*. Общий вид приемопередатчика и его монтажа приведен на рис. 13-13, 13-14. В подвале шасси между лампами $Л_1$ и $Л_2$ дополнитель-

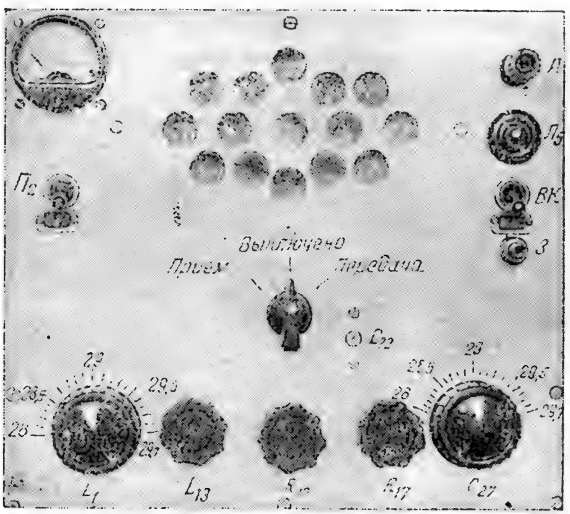


Рис. 13-13. Общий вид радиостанции (лицевая панель)

но устанавливается экранная перегородка размером 110××60 *мм* из листового дюраля толщиной 1—1,5 *мм*. Эта перегородка укрепляется под горизонтальной панелью на расстоя-

нии 65 *мм* от края шасси (рис. 13-14). Для уменьшения внешних влияний на контур задающего генератора поперечная стенка в этой части шасси сделана сплошной.

На переднюю панель шасси выведены гнезда антенны и заземления, ручки от конденсаторов переменной емкости C_1, C_{13} и C_{28}, переменных сопротивлений R_{12} и R_{17}, переключатели $П_1$ и $П_2$, тумблер *Вк* на вертикальной панели, миллиамперметр $М_1$, индикаторная лампочка $Л_5$ и подстроечный конденсатор входного контура приемника C_{22}. Лампы установлены

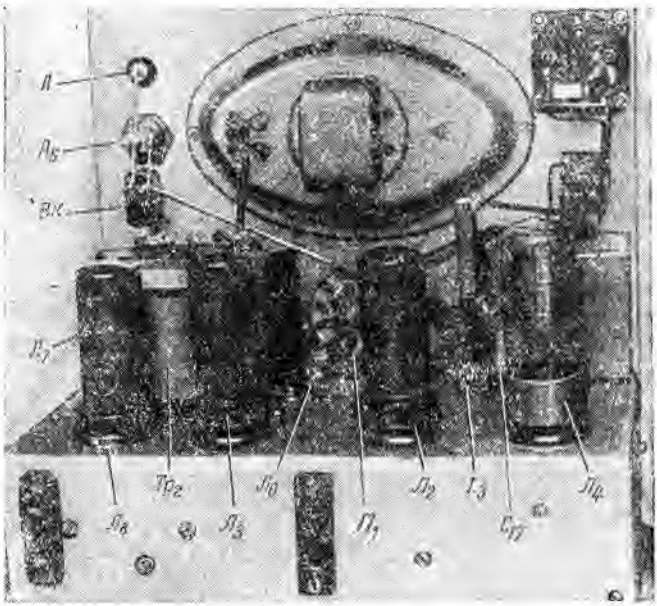


Рис. 13-14. Общий вид радиостанции за вертикальной панелью

сверху горизонтальной панели. Там же размещены катушки L_3, L_4, L_5 и L_6, ВЧ дроссель $Др_2$ и конденсаторы C_{17}, C_{18}, C_{19}, C_{22}. Все остальные детали расположены в подвале шасси, под горизонтальной панелью. Гнезда для телефонов и микрофона укреплены на задней стенке и подвале шасси.

Все размеры и намоточные данные катушек индуктивности и их конструктивные данные приведены на рис. 13-11 и в табл. 13-2. Катушку L_1 рекомендуется выполнить на керамическом каркасе. Намотку ее производят с максимальным натяжением провода. Для изготовления этой катушки могут

Таблица 13-2

ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ВЧ ДРОССЕЛЕЙ РАДИОСТАНЦИИ

Катушка	Число витков	Провод		Индуктивность, *мкгн*	Примечание
L_1	20	ПЭЛ	0,65	4,1	
L_2	10	МГ	1,2	1,6	Индуктивность измерена без карбонильного сердечника
L_3	10	ПЭЛ	2,0	1,8	
L_4	4	ПЭЛ	2,0	0,9	
L_5	3	ПМВ	0,75	0,6	То же
L_6	11	МГ	0,65	1,6	» »
L_7	11	МГ	0,65	1,6	» »
$Др_1$, $Др_2$	90	ПЭЛШО	0,15	55	» »
$Др_4$, $Др_5$	180	ПЭЛ	0,08	45	» »

быть использованы также каркасы из фторопласта, полистирола или органического стекла.

Катушки L_3, L_4 — бескаркасные, катушки L_2, L_6, L_7 намотаны на полистироловых каркасах от катушек коротковолнового диапазона приемника «Звезда». Все они имеют подстроечные сердечники из карбонильного железа. Катушка L_5 намотана поверх катушки L_6 и выполнена из монтажного провода марки ПМВ. Все катушки индуктивности радиостанции могут быть намотаны на каркасах другого диаметра. Можно также для намотки их применить провод других марок и диаметра. В этом случае потребуется только подсчитать примерную величину их и индуктивность и в дальнейшем произвести ее точную подгонку. ВЧ дроссели $Др_1$ и $Др_2$ выполнены на сопротивлениях ВС-2,0, $Др_4$ и $Др_5$ — на ВС-0,5.

Проводящий слой с сопротивлений предварительно счищается, намотка их производится согласно данным, указанным в табл. 13-2.

Конденсаторы переменной емкости C_1, C_{13}, C_{27} — обычные керамические подстроечные конденсаторы типа КПК-1. Они устанавливаются на специальных держателях и снабжаются удлинительными осями для ручек настройки. Общий вид этих конденсаторов и детали их конструкции приведены на рис. 13-15. Для установки конденсаторов используются основания от пришедших в негодность переменных сопротивлений. Такое основание разбирают, очищают от пластмассы. В нем просверливают два отверстия диаметром 1,6 *мм*. В случае затруднения с просверливанием и нарезкой отверстий в металле можно использовать имеющиеся в основании сопротивлений отверстия для контактных лепестков (оставив часть пластмассы в основании сопротивления). Ось переменного со-

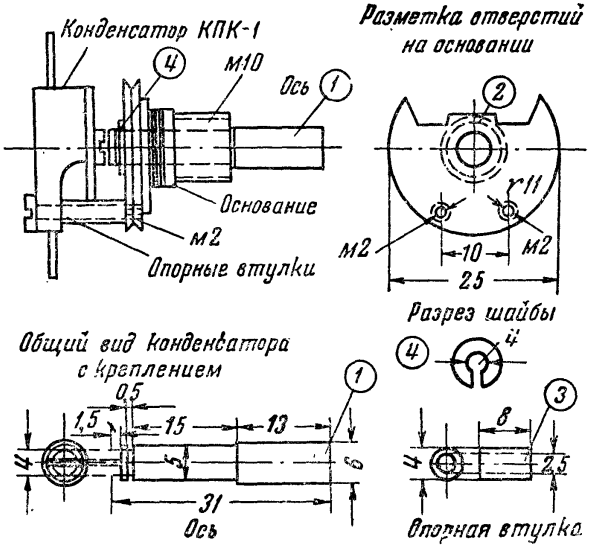


Рис. 13-15. Самодельные конденсаторы (на базе керамических конденсаторов типа КПК-1)

противления (деталь *1*, рис. 13-15) опиливают по приведенным размерам. Плоскость на конце оси следует тщательно подогнать по размерам шлицевой прорези на головке конденсатора. Она должна плотно, без люфта, входить в головку. В оси следует также пропилить круглую канавку глубиной 0,5 *мм* для того, чтобы впоследствии можно было с помощью разрезной шайбы закрепить ось конденсатора во втулке.

Конденсаторы переменной емкости собирают в следующем порядке: ось *1* устанавливают во втулке и с помощью шайбы *4* закрепляют в основании *2*, для чего концы шайбы сжимают плоскогубцами. После этого в крепежные отверстия конденсаторов КПК-1 пропускают два винта длиной 15 *мм* с резьбой М-2. На винты надевают опорные втулки *3*, которые изготавливают из отрезков металлической трубки подходящего диаметра или сворачивают из листового металла. Шлиц на оси совмещают с головкой конденсатора, который прикрепляют винтами. Для большей эластичности крепления рекомендуется под головки винтов подложить картонные шайбы. Конденсаторы с помощью гаек укрепляют на вертикальной панели шасси.

Конденсаторы C_3, C_4, C_5, C_6, C_8, C_{11}, C_{28}, C_{29}, C_{30}, C_{39} — керамические, типа КТК-1 или КДК-1; C_7, C_9, C_{12}, C_{14}, C_{19}, C_{24},

C_{35}, C_{38}, C_{43}, C_{44} — слюдяные, типа КСО-1 и КСО-2; C_{10}, C_{15}, C_{17}, C_{25}, C_{26}, C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{34}, C_{37}, C_{41}, C_{42} — металло-бумажные, типа КБГ-1; C_2, C_{18}, C_{22} — керамические подстроечные, типа КПК-1 или КПК-2; C_{20}, C_{21}, C_{23}, C_{36} — электролитические, типа КЭ-1; C_{40}, C_{45}, C_{46} — электролитические, типа КЭ-2.

Переменные сопротивления R_{12} и R_{17} — типа СП или ВК. Все постоянные сопротивления — типа МЛТ или ВС.

Переключатель $П_{13}$—$П_{16}$ — обычный одноплатный переключатель на три положения, желательно с керамической платой. Выключатели *Вк* — обычные тумблеры на два положения. В целях уменьшения потерь рекомендуется для ламп $Л_1$, $Л_2$, $Л_6$ и $Л_7$ применять керамические панели.

Микрофонный трансформатор $Тр_1$ собран на П-образном сердечнике сечением 0,5 *см*^{2}. Микрофонная обмотка *I* содержит 300 витков провода ПЭЛ 0,45. Вторичная обмотка *(II)* содержит 6000 витков провода ПЭЛ 0,1.

В качестве микрофонного трансформатора могут быть также использованы выходные трансформаторы от вещательных приемников, например от приемника «Родина». Можно воспользоваться и междуламповым трансформатором, намотав у него третью дополнительную обмотку — 200—300 витков провода ПЭЛ 0,3.

Выходной трансформатор $Тр_2$ — от приемника «Звезда-54» или самодельный — на сердечнике из пластин Ш-15 (набор 25 *мм*). Первичная обмотка *(I)* состоит из 2600 витков провода ПЭЛ 0,23, вторичная обмотка *II* — из 61 витка провода ПЭЛ 1,0. Обмотка для включения головных телефонов *(III)* содержит 1040 витков провода ПЭЛ 0,1.

Для питания приемника используется выпрямитель, собранный на металлическом шасси размером 160×120×40 *мм*. Силовой трансформатор $Тр_3$ берется от приемника «Звезда». Такой трансформатор может быть изготовлен самостоятельно: на сердечник из стандартных пластин Ш-22 (набор 42 *мм*) наматывают две сетевые обмотки *I* и *II* по 698 витков в каждой проводом ПЭЛ 0,33 (с отводом от 93-го витка). Повышающую обмотку *III* наматывают проводом ПЭЛ 0,2 в количестве 3600 витков, с отводом от средней точки. Обмотку *IV* для накала кенотрона типа 6Ц5С наматывают проводом ПЭЛ 0,59, она содержит 39 витков. При использовании в качестве кенотрона лампы типа 5Ц4С эту обмотку следует уменьшить до 31 витка. Обмотка *V* (накала ламп) содержит 39 витков провода ПЭЛ 1,0.

Дроссель фильтра выпрямителя $Др_6$ берется от приемника «Урал» или самодельный: на сердечнике из пластин Ш-14 (толщина набора 15 *мм*) наматывают 3000 витков провода ПЭЛ 0,15. В сердечнике дросселя следует предусмотреть воздушный зазор толщиной 0,2 *мм* (два слоя писчей бумаги).

Модуляционный дроссель $Др_3$ намотан на сердечнике из пластин Ш-12 (толщина набора 15 *мм*). Он содержит 5000 витков провода ПЭЛ 0,1. Воздушный зазор в сердечнике дросселя 0,2 *мм*. В качестве модуляционного дросселя может быть использован любой дроссель фильтра с индуктивностью 3—5 *гн*, имеющий хорошую изоляцию.

Угольный микрофон можно применять любого типа с капсюлем МБ. Монтаж высокочастотных цепей производится таким образом, чтобы соединительные провода были возможно короче. Для монтажа ВЧ цепей лучше всего применять медный посеребренный провод (или луженый) диаметром 1—1,5 *мм*. Для монтажа остальных цепей подойдет любой гибкий или одножильный провод с винилитовой изоляцией сечением 0,5—1 $мм^2$. Для предотвращения возбуждения по низкой частоте рекомендуется сеточные цепи усилителя НЧ проложить экранированным проводом. Такой провод следует также применить для прокладки накальных цепей ламп $Л_1$ и $Л_2$. Если экранированного провода в наличии нет, прокладку накальных цепей можно производить шнуром, сплетенным из двух отдельных изолированных проводников.

Налаживание радиостанции. Налаживание радиостанции следует начать с проверки выпрямителя. Он должен давать на выходе 350—300 *в* постоянного тока — для питания анодно-экранных цепей ламп радиостанции и 6,3 *в* переменного тока — для накала ламп. Убедившись в исправности выпрямителя, его подключают к радиостанции и начинают налаживание с проверки исправности всех цепей питания ламп радиостанции. Затем проверяют наличие напряжения на всех точках, показанных на принципиальной схеме (рис. 13-10). При этом следует учитывать, что все напряжения измерены прибором ТТ-1 по отношению к шасси. Практически эти напряжения могут отличаться от указанных в пределах до 15—20%.

При наличии контрольного градуированного приемника или волномера удобнее начинать налаживание радиостанции с передатчика. Для этого надо прежде всего убедиться в нормальной работе задающего генератора, проверив наличие напряжений высокой частоты на контуре $L_1C_1C_2C_3$ с помощью миллиамперметра постоянного тока, включив его в анодную цепь лампы $Л_1$. В начале налаживания задающего генератора следует временно отключить контур L_2C_8, заменив его каким-либо подходящим дросселем высокой частоты (подобным $Др_1$ и $Др_2$).

Анодный ток лампы $Л_1$ при нормальной работе каскада должен быть равен 7—8 *ма*. При отсутствии генерации ток возрастает до 20—25 *ма*, в чем можно убедиться, коснувшись рукой сеточного вывода лампы $Л_1$. В качестве указателя наличия колебаний в контуре задающего генератора может

быть использована неоновая лампочка (например, типа МН-3). Свечение лампочки при прикосновении одним из ее выводов к анодному (восьмому) гнезду ламповой панельки $Л_1$ будет свидетельствовать о нормальной работе задающего генератора. Следует учитывать, что иногда даже при правильном монтаже и исправности всех деталей схемы задающего генератора причиной отсутствия возбуждения колебаний может явиться слишком малая общая емкость группы параллельно включенных конденсаторов C_1, C_2 и C_3. В этом случае следует несколько увеличить емкость подстроечного конденсатора C_2 или заменить конденсатор C_3 другим, большей емкости.

Установив наличие высокочастотных колебаний в контуре задающего генератора, приступают к проверке его рабочей частоты и подгонке диапазона. Для этого конденсатор C_1 устанавливают в положение максимальной емкости и с помощью резонансного волномера или путем прослушивания на градуированном КВ приемнике определяют минимальную частоту, на которую может быть настроен задающий генератор. Она должна быть равна 14 *Мгц*. Если частота выше 14 *Мгц*, то изменением емкости подстроечного конденсатора следует добиться настройки задающего генератора на эту частоту. Если же таким путем произвести настройку задающего генератора на частоту 14 *Мгц* не удастся, тогда придется увеличить индуктивность катушки L_1, домотав еще один-два витка. Практически всегда удобнее при изготовлении катушек делать их с числом витков на один-два более, чем рекомендуется в описании (так как смотать в процессе налаживания лишние витки будет значительно проще, чем наматывать вновь всю катушку, если встретится необходимость увеличения ее индуктивности).

Настроив задающий генератор на частоту 14 *Мгц*, переводят конденсатор C_1 в положение минимальной емкости и проверяют высшую частоту. Она должна быть равна 14,85 *Мгц*.

При правильно произведенной настройке поворот ротора конденсатора C_1 от 0 до 180° должен обеспечивать изменение частоты задающего генератора от 14,0 до 14,85 *Мгц*. Во время настройки следует учитывать, что чем больше будет емкость подстроечного конденсатора C_2 и включенного параллельно ему конденсатора C_3, тем меньше будет перекрытие диапазона, получаемое с помощью конденсатора C_1. Их окончательные величины должны быть установлены после проверки стабильности частоты задающего генератора, которая производится с помощью кварцевого калибратора или любительского КВ приемника, рассчитанного на прием незатухающих колебаний. Как правило, после включения и прогрева передатчика частота генерируемых колебаний обязатель-

но снижается. Если проверка покажет, что изменение частоты после 15-минутного прогрева больше 3000—4000 *гц*, следует заменить конденсатор C_2 двумя параллельно включенными конденсаторами с общей емкостью, равной емкости C_2. Один из них должен иметь отрицательный температурный коэффициент емкости (ТКЕ). Отрицательный ТКЕ имеют керамические конденсаторы КТК-1, КТН-1 или КДК-1 группы «Д» (красный корпус) или группы «М» (голубой корпус). Емкость конденсатора с отрицательным ТКЕ подбирается опытным путем.

Необходимо добиться, чтобы при прогреве передатчика уход частоты был минимальным. Между отдельными проверками стабильности частоты нужно делать перерывы (при выключенном передатчике) не менее 30—40 минут. Контрольный приемник или кварцевый калибратор в это время не выключается. После уточнения величин элементов сеточного контура лампы $Л_1$ задающего генератора ВЧ дроссель, временно включенный в анодную цепь лампы $Л_1$, заменяют контуром L_2C_8, который с помощью подстроечного сердечника катушки L_2 подстраивают на среднюю частоту диапазона (28,85 *Мгц*). Сеточный контур $Л_1$ во время подстройки контура L_2C_8 также должен быть настроен на 28,85 *Мгц*. Момент резонансной настройки контура L_2C_8 на частоту 28,85 *Мгц* определяют с помощью волномера или простого пробника — витка провода, замкнутого на лампочку накаливания (2,5 *в*×0,075 *а*), который подносится к катушке L_2.

Далее необходимо произвести градуировку задающего генератора. Градуировочные точки наносят на шкале конденсатора C_1 через каждые 0,1—0,2 *Мгц*. Градуировка наносится в значениях частот 28,0—29,7 *Мгц*.

Налаживание задающего генератора заканчивают подбором величины сопротивления R_8. Его величина должна быть такой, чтобы ток, идущий через стабилитрон $Л_4$ (СГ-4С), был равен 15—20 *ма*.

Налаживание выходного каскада передатчика — усилителя мощности — сводится к настройке анодного контура лампы $Л_2$ в резонанс с частотой задающего генератора и проверке режима лампы $Л_2$. Контур L_3C_{13} C_{14} при полностью введенном конденсаторе C_{13} должен быть настроен на частоту 28 *Мгц*, а в положении минимальной емкости — на 29,7 *Мгц*. Если это не получается, следует подогнать величину индуктивности катушки L_3 изменением расстояния между ее витками или домоткой (отмоткой) 0,5—1 витка. Положение резонансной настройки анодного контура оконечного каскада передатчика с частотой задающего генератора определяют с помощью миллиамперметра, установленного на вертикальной панели шасси (по минимуму его показаний).

Следует также обязательно проверить, нет ли самовоз-

буждения в каскаде усилителя мощности. Сорвав каким-либо способом колебания в контуре задающего генератора (например, закоротив катушку L_1), проверяют ВЧ пробником или ГИРом отсутствие высокочастотных колебаний в контуре $L_3C_{13}C_{14}$ во всех положениях ротора конденсатора C_{13}. В случае самовозбуждения усилительного каскада передатчика необходимо сместить точку присоединения конденсатора C_{11} к катушке L_2 на один-два витка ближе к «холодному» концу этой катушки. Обычно конденсатор C_{11} присоединяется к третьему или четвертому витку катушки L_2 (со стороны анода лампы $Л_1$).

В нормально работающем усилительном каскаде величина анодного тока лампы $Л_2$ при напряжении на ее аноде, равном 280 *в*, находится в пределах 30—35 *ма* (напряжение экранной сетки $Л_2$ — 160—170 *в*, ток 8—9 *ма*). Общее потребление тока от выпрямителя у передатчика равно 75—80 *ма*, у приемника — 45—48 *ма*.

После подгонки диапазона передатчика и отладки его оконечного каскада подбирают оптимальную связь с антенной. Для этого, меняя положение витков катушки L_4 относительно катушки L_3, добиваются наиболее яркого свечения лампочки $Л_5$. Одновременно нужно настроить антенную цепь в резонанс с частотой генерируемых колебаний. Для этого служит подстроечный конденсатор C_{18}, включенный последовательно с катушкой связи L_4. Наиболее яркое свечение лампочки $Л_5$ должно быть примерно в среднем положении ротора подстроечного конденсатора C_{18}. Если этого нет, надо подогнать индуктивность катушки L_5, изменяя расстояние между ее витками.

Налаживание модулятора передатчика сводится к подбору величины сопротивлений R_5 и R_6, величина которых зависит от типа примененного микрофона. Для удобства подбора величины напряжения, питающего микрофон, можно временно заменить сопротивление R_6, шунтирующее микрофон, переменным сопротивлением в 1 *ком*, с тем чтобы, подобрав наивыгоднейшую величину этого сопротивления, измерить полученную величину и заменить его постоянным сопротивлением. Полезно при этом проверить величину тока, текущего через микрофон. Он не должен быть более 25—30 *ма*. При большей силе тока возможно спекание угольного порошка в микрофоне и выход последнего из строя.

В правильно настроенном передатчике при произнесении перед микрофоном звука «а» ток в анодной цепи лампы $Л_2$ должен увеличиваться на 5—7 *ма*. Яркость свечения лампочки-индикатора $Л_5$ также должна соответственно меняться.

При налаживании приемника следует обратить внимание на регенеративный детектор. При вращении ручки переменного сопротивления R_{17} должна плавно возникать и пропа-

дать генерация. Налаживание регенеративного детектора приемника является наиболее ответственным разделом всего процесса регулировки и настройки приемника. У подобных приемников чувствительность и избирательность в основном определяется тщательностью регулировки положительной обратной связи и возможностью вести прием у самого порога возникновения колебаний. Следует добиться такого положения, при котором колебания возникают «мягко», амплитуда их плавно увеличивается при увеличении обратной связи и так же плавно убывает при ее уменьшении. Наивыгоднейший режим устанавливается путем подбора наивыгоднейшей точки присоединения катода лампы $Л_7$ к катушке L_7. В данном случае она обычно находится в пределах 1,5—2,5 витка катушки L_7 (считая от заземленного конца). Одновременно следует подобрать наивыгоднейшую величину сопротивления R_{18} с таким расчетом, чтобы генерация возникала примерно в среднем положении движка переменного сопротивления R_{17}.

После регулировки обратной связи производят подгонку диапазона приемника. Лучше всего это сделать при помощи сигнал-генератора. Можно воспользоваться для этого резонансным волномером, ГИРом или градуированным приемником. В последнем случае детекторный каскад приемника следует поставить в режим генерации для обнаружения его работы на контрольном приемнике. При настройке необходимо добиться, чтобы в среднем положении ротора конденсатора C_{27} контур L_7C_{27} был настроен на частоту 28,85 *Мгц*.

После этого переходят к настройке каскада усиления высокой частоты. На антенный вход приемника подается сигнал от СГ-1 или ГМВ и по нему настраивают контур L_6C_{22} на среднюю частоту диапазона (28,85 *Мгц*) с помощью подстроечного конденсатора C_{22} и карбонильного сердечника катушки L_6. Далее следует проверить, нет ли самовозбуждения в каскаде усиления высокой частоты. При наличии возбуждения настройка контура L_6 C_{22} в резонанс с приходящим сигналом получается расплывчатой. В наличии возбуждения можно убедиться также с помощью ГИРа или простейшего ВЧ пробника.

Для устранения возбуждения необходимо сделать возможно меньшими связи между анодной и сеточной цепями лампы $Л_6$. Если во время проверки будет установлено, что возбуждение ВЧ каскада возникает только в некотором положении движка переменного сопротивления R_{12}, регулирующего напряжение на экранной сетке лампы $Л_6$ (регулировка чувствительности приемника), то следует несколько увеличить ограничивающее сопротивление R_{11}. При измерении напряжений на электродах ламп приемника надо учитывать, что в зависимости от положения движка переменного сопротивления R_{12} напряжение на экранной сетке лампы $Л_6$ будет

меняться в пределах от 0 до +90 *в*, а напряжение на ее катоде от +0,5 до +1,2 *в*. Так же будет меняться от 0 до +100 *в* напряжение на аноде лампы $Л_7$ в зависимости от положения движка переменного сопротивления R_{17}.

В заключение налаживания приемника следует подобрать наивыгоднейшую точку присоединения управляющей сетки лампы $Л_6$ к катушке L_6 и оптимальную величину связи между катушками L_5 и L_6. Для этого сигнал небольшой силы (не более 20 *мкв*) подают на антенный вход приемника и по наибольшей громкости сигнала, слышимого в телефоне, подбирают точку присоединения к катушке L_6. Для лучшего контроля параллельно телефонам рекомендуется включить индикатор выхода, например типа ИВ-4, или тестер ТТ-1 и воспользоваться его шкалой для измерения напряжения переменного тока. Далее подбирают оптимальную величину связи входного контура с антенной. Это достигается изменением расстояния между витками катушки L_5 и перемещением их относительно витков катушки L_6. Последнюю операцию лучше всего проделать во время приема слабо слышимых станций.

Градуировку приемника можно произвести с помощью своего передатчика (если его удалось ранее проградуировать). Для этого переключатель $П_1$ устанавливают в положение «Прием» и с помощью второго переключателя $П_2$ включают задающий генератор, работу которого прослушивают на приемнике. Ручку регулировки чувствительности приемника (переменное сопротивление R_{12}) при этом устанавливают в положение минимальной чувствительности (нулевое напряжение на экранной сетке лампы $Л_6$). Для удобства эксплуатации радиостанции следует добиться совпадения рабочих диапазонов ее приемника и передатчика.

ПЕРЕСЧЕТ КАТУШЕК И ПЕРЕДЕЛКА СТАРЫХ КОНСТРУКЦИЙ, РАБОТАВШИХ НА ДИАПАЗОНЕ 38—40 *Мгц*

Во всех вышеописанных конструкциях катушки индуктивности могут быть выполнены на каркасах различных диаметров, проводом иных марок и сечения. Радиолюбителю, не имеющему возможности изготовить катушки точно по описанию, отнюдь не следует смущаться тем, что он располагает материалами, несколько отличающимися от рекомендуемых. Нет никакой необходимости строго придерживаться указанных конструктивных и моточных данных катушек. Индуктивность их всегда может быть подогнана во время наладки. Как уже говорилось выше, удобнее намотку катушек производить с некоторым «запасом», чтобы во время налаживания иметь возможность уменьшить индуктивность, отмотав несколько витков.

Для приближенного пересчета катушек при наличии готовых каркасов иного диаметра можно, не меняя данных и марки провода, намотать катушки с требуемой величиной индуктивности, пересчитав лишь число витков по формуле:

$$n = K \cdot \sqrt{\frac{D_0}{D}} \cdot n_0,$$

где D_0 — диаметр каркаса, приведенный в описании;
D — диаметр каркаса, имеющийся в наличии;
n_0 — число витков, указанное в описании;
n — искомое число витков;
K — коэффициент, который при увеличении диаметра каркаса берется равным 0,98, а при уменьшении диаметра — 1,03.

Указанные коэффициенты справедливы для однослойных катушек без экрана. Для многослойных катушек без экрана коэффициент соответственно будет 0,9 и 1,13.

Если нет провода указанного диаметра, можно для намотки катушек использовать другой провод, изменив лишь число витков. Отклонение диаметра провода допустимо в пределах до ±25%. Новое число витков катушки определяется по формуле:

$$n = n_0 \sqrt{\frac{d_0}{d}},$$

где n_0 — число витков, приведенное в описании;
n — искомое число витков;
d_0 — диаметр провода, указанный в описании;
d — диаметр провода, имеющийся в наличии.

При пересчете данных катушек в других конструкциях (например, в ранее опубликованных любительских конструкциях на диапазон 38—40 *Мгц*) можно для определения индуктивности однослойной катушки со сплошной намоткой пользоваться приближенной формулой, которая обеспечивает вполне достаточную в любительских условиях точность, если длина катушки превышает ее диаметр не более чем в пять-шесть раз:

$$L = \frac{0{,}01 \cdot D \cdot n^2}{\frac{l}{D} + 0{,}44} \text{ мкгн},$$

где D — диаметр намотки *см*;
l — длина намотки, *см*;
n — число витков.

Обычно в описаниях конструкций приводятся данные величины индуктивности катушек. Если этого нет, следует под-

считать индуктивность, воспользовавшись одной из приведенных выше формул. Далее, зная величину индуктивности катушки и наименьшее значение частоты, на которую был настроен контур (например, 38 *Мгц*), определяют общую величину емкости, входящей в этот контур по формуле:

$$C_x\,(пф) = \frac{25\,330}{L_{мкгн}\,f^2_{Мгц}}.$$

Произведем, например, перерасчет на 28 *Мгц* катушки индуктивности входного контура УКВ конвертера на 38—40 *Мгц* (конструкция Д. Пенкина, журнал «Радио» № 5 за 1959 г., стр. 18—20). Катушка L_2 этого контура бескаркасной намотки, выполнена из медного провода МГ-1,5, содержит 5 витков, диаметр намотки 15 *мм*, длина намотки 16 *мм*. Величина индуктивности катушки не приведена.

Определяем приближенно величину индуктивности этой катушки:

$$L_{мкгн} = \frac{0{,}01 \cdot 1{,}5 \cdot 5^2}{\frac{1{,}6}{1{,}5} + 0{,}44} \approx 0{,}25\ мкгн.$$

Общая величина емкости входного контура конвертера на частоте 38 *Мгц* будет равна:

$$C_{пф} = \frac{25\,330}{0{,}25 \cdot 38^2} \approx 70\ пф.$$

Далее определяем величину индуктивности новой катушки, при которой этот контур будет настроен на частоту 28 *Мгц*:

$$L_{мкгн} = \frac{25\,330}{70 \cdot 28^2} \approx 0{,}46\ мкгн.$$

Для приближенного определения числа витков новой катушки воспользуемся соотношением:

$$\frac{L_n}{L} = \frac{x^2}{n^2},$$

где L_n — индуктивность катушки нового диапазона;
L — индуктивность катушки старого диапазона;
x — искомое число витков для катушки нового диапазона;
n — число витков катушки старого диапазона.

$$\frac{0{,}46}{0{,}25} = \frac{x^2}{5^2}.$$

$$x^2 = \frac{5^2 \cdot 0{,}46}{0{,}25} = 46.$$

$$x \approx 7 \text{ витков.}$$

В таком же порядке определяется новое число витков для всех остальных катушек конструкции. Перекрытие диапазона 28—29,7 *Мгц* вполне обеспечивается подстроечными конденсаторами и сердечниками катушек.

Если будет обнаружено, что перекрытие диапазона получилось больше, чем требуется, в контур последовательно с подстроечным конденсатором переменной емкости включается небольшой конденсатор постоянной емкости (керамический или слюдяной). Величина его емкости определяется практически.

Кроме переделки колебательных контуров, в конструкциях диапазона 38—40 *Мгц* на 28—29,7 *Мгц* следует везде увеличить индуктивность ВЧ дросселей и емкость переходных конденсаторов в 1,2—1,5 раза. Все остальные элементы этих конструкций обычно ни в каких изменениях не нуждаются.

АНТЕННЫ ДЛЯ РАБОТЫ НА 28,0—29,7 *Мгц*

Для работы на 10-метровом любительском диапазоне наиболее простой и конструктивно легко выполнимой будет полуволновая антенна несимметричного питания. Ее конструкция показана на рис. 13-16. Антенна подвешивается на двух опорах, концы ее изолируются с помощью цепочки, составленной из двух-трех фарфоровых изоляторов. Для этого с успехом могут быть использованы фарфоровые ролики, применяемые при электропроводке. Фидер (линия, соединяющая антенну с передатчиком или приемником) делается из провода того же диаметра, что и горизонтальная часть антенны. При правильно выбранной точке присоединения фидера длина его практически может быть взята любой необходимой величины. Однако желательно подвешивать антенну на высоту не ниже 7—10 *м* над землей. Фидер на этом расстоянии должен быть перпендикулярен горизонтальной части антенны. Далее он может быть отведен в любом нужном направлении.

Рис. 13-16. Однофидерная антенна на 28,0—29,7 *Мгц*

Рекомендуется произвести проверку правильности определенной точки присоединения фидера перед тем, как окончательно закрепить его на горизонтальной части антенны. Это делается с помощью резонансного волномера или индикатора поля. Если при перемещении вдоль провода фидера прибор-индикатор будет давать одни и те же показания, это значит, что точка присоединения фидера выбрана правильно и в нем

установился режим так называемой «бегущей волны». При проверке, производимой с помощью волномера или индикатора поля, нужно следить, чтобы они все время находились на одном и том же расстоянии от проводника фидера.

При отсутствии вышеуказанных приборов можно произвести проверку с помощью двух лампочек накаливания (2,5 *в* × ×0,075 *а*). В этом случае антенну вначале подвешивают на небольшой высоте на открытом месте и к концам ее горизонтальной части у изоляторов припаивают две лампочки накаливания. Ко второму контакту их цоколя предварительно должен быть припаян кусок провода длиной 19—20 *см*. Длину этого куска провода подбирают практически: она должна быть такой, чтобы лампочки при включении передатчика горели достаточно ярко. Одинаковая яркость свечения лампочек на концах антенны также будет свидетельствовать о правильности присоединения фидера к горизонтальной части антенны. Если же яркость свечения лампочек различна, необходимо точку присоединения фидера к горизонтальной части антенны переместить в ту или иную сторону, пока лампочки не будут светиться с одинаковой яркостью.

Входное сопротивление такой антенны имеет величину порядка 500 *ом*. Она обладает направленностью излучения. Максимальное излучение будет происходить в направлениях, перпендикулярных горизонтальному проводу антенны.

Вторым простым типом антенны, который может быть рекомендован начинающему радиолюбителю, является вертикальная штыревая антенна. Она имеет в горизонтальной плоскости круговую диаграмму направленности (рис. 13-17). В качестве штыря может быть применен металлический прут или трубка диаметром 15—20 *мм*. Штырь должен быть хорошо изолирован от мачты. Для этого опиливают или расклепывают один из его концов, просверливают в нем два-три отверстия и скрепляют штырь с планкой из изоляционного материала. После этого планку со штырем закрепляют на верхушке мачты. Вместо отрезка сплошной металлической трубы (четвертьволнового согласующего «стакана»), обычно применяемой для симметрирования в подобных антеннах, в данной конструкции имеется система проводов, натянутых между двумя металлическими кольцами.

Проводники диаметром 1—2 *мм* в количестве 6—12 должны быть надежно припаяны к кольцам, согнутым из провода в 5—7 *мм*. Всю систему укрепляют на мачте, как показано на рис. 13-17. Для питания антенны используется коаксиальный кабель типа РК-1. Его среднюю жилу припаивают или надежно прикрепляют винтовым контактом к нижнему концу штыря, а оболочку кабеля — к верхнему металлическому кольцу.

Еще более проста в изготовлении вертикальная антенна, у которой в качестве излучателя используется обычный полу-

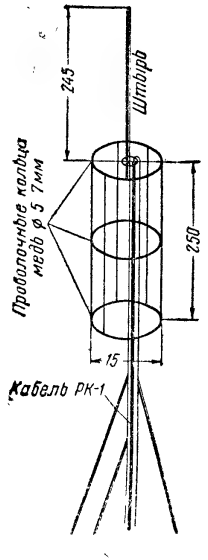


Рис. 13-17. Вертикальная штыревая антенна

волновый диполь, укрепленный на мачте в вертикальном положении с помощью двух стоек из изоляционного материала. Для питания такой антенны может быть использован витой двухпроводный фидер из провода марки ПР или ПРВ. Длина фидера в этом случае должна быть равной кратному числу полуволн (например, в нашем случае: $4{,}81 \times 4 = 19{,}24$ *м*). Наивыгоднейшую длину фидера рекомендуется подобрать практически.

Для работы на 10-метровом любительском диапазоне с успехом могут применяться и другие более сложные типы антенн, описание конструкций которых радиолюбитель найдет в соответствующей литературе.

ПРОСТЫЕ САМОДЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ НАЛАЖИВАНИЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ УКВ АППАРАТУРЫ

Процесс налаживания УКВ аппаратуры значительно упрощается при наличии хотя бы простейших измерительных приборов. Постройка таких приборов вполне оправдана, тем более, что они окажутся весьма полезными и в дальнейшем при эксплуатации аппаратуры.

Ниже приводится описание нескольких таких приборов и даются основные указания по их применению.

Резонансный волномер

Волномер предназначен для измерения частот от 3 до 150 *Мгц* (длина волны от 100 до 2 *м*). Он представляет собой колебательный контур L_1C_1 (рис. 13-18), с которым индуктивно связана цепь индикатора, состоящая из полупроводникового диода $Д$ и микроамперметра μA, шунтированного конденсатором C_2. Добавочный шунт (сопротивление R_1) включается в случае необходимости (для снижения чувствительности

индикатора). Конденсатор C_1 может быть любого типа, с воздушным или керамическим диэлектриком.

Для перекрытия всего диапазона (3—150 *Мгц*) необходимо иметь пять комплектов катушек L_1—L_2. Их наматывают на пластмассовых цоколях диаметром 35 *мм* от перегоревших

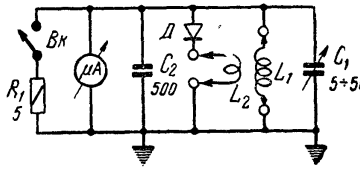


Рис. 13-18. Принципиальная схема резонансного волномера

ламп. Данные катушек приведены в табл. 13-3. Размеры и конструкция катушек для пятого диапазона (70—150 *Мгц*) показаны на рис. 13-19.

Диод *Д* может быть взят кремниевый или германиевый (Д1, Д2, Д9 и т. д.).

Таблица 13-3

ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ РЕЗОНАНСНОГО ВОЛНОМЕРА

Диапазон, *Мгц*	Катушка		Катушка		Провод	Расстояние между катушками *мм*
	число витков	длина намотки, *мм*	число витков	длина намотки *мм*		
3—8	40	14	10	4	ПЭЛ 0,3	3
8—18	9	11	2	6	ПЭЛ 1,2	4
17—36	4	7	4	4	ПЭЛ 1,6	4
35—80	2	9	1,5	6	ПЭЛ 1,6	5

Индикатором служит малогабаритный магнитоэлектрический микроамперметр μA со шкалой 100—500 *мка*, но в случае необходимости его можно заменить более грубым прибором или даже лампочкой накаливания (2,5 *в*×0,075 *а*). Волномер может быть смонтирован в металлическом коробчатом шасси размерами 100×50×35 *мм*. На его боковой стенке укрепляют октальную ламповую панельку для подключения сменных катушек. Градуировку волномера проще всего произвести, пользуясь ГИРом (см. стр. 270).

При отсутствии ГИРа можно произвести градуировку резонансного волномера с помощью двухпроводной измерительной линии. Если в волномере используется микроамперметр со шкалой 50—100 *мка*, его градуировку можно произвести по гетеродину какого-либо супергетеродинного приемника. При этом следует только учитывать, что частота гетеродина приемника будет отличаться от частоты, отсчитываемой по его шкале, на назначение промежуточной частоты — она будет больше или меньше на эту величину.

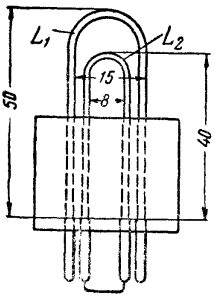


Рис. 13-19. Катушка резонансного волномера на диапазон 70—150 *Мгц*

При градуировке волномера любым из вышеописанных способов следует устанавливать связь катушки волномера с контрольным генератором возможно меньшей, чтобы свести к минимуму уход его частоты. Правильно проградуированный волномер обеспечивает в дальнейшем измерение частоты с точностью 1—3%.

Двухпроводная измерительная линия

Измерительная линия служит для непосредственного определения длины волны связанного с ней генератора. Линия выполняется в виде двух достаточно длинных проводников, связанных передвижной замыкающей перемычкой и витком или петлей для связи с генератором.

На рис. 13-20 показана одна из возможных конструкций измерительной линии. Проводники линии *1* из медных проводов диаметром 0,8—1,5 *мм* и длиной до полутора длин измеряемых волн натянуты между двумя планками *2* из изоляционного материала (органическое стекло, гетинакс и т. п.). Концы проводников укреплены в одной планке наглухо, а в другой — при помощи шпилек *3*, снабженных резьбой (для выравнивания линии и подтяжки проводников). Планки снабжены струбцинами *4*, которые служат для укрепления линии.

При измерении длины волны какого-либо генератора к его контуру подносится пробник с лампочкой накаливания (рис. 13-21) на такое расстояние, при котором лампочка будет гореть с недокалом. Измерительную линию при помощи петли *5* (из медного провода диаметром 1,5—2 *мм*) связывают с контуром генератора. Перемещая закорачивающую перемычку *6* (кусок медного провода диаметром 1,5—2 *мм*) с изоляционной рукояткой вдоль линии, отмечают точки, где свечение лампочки резко уменьшается. Измерив обычной линейкой (или рулеткой) расстояние между этими точками и умножив его на

два, получают длину волны колебаний, подведенных к линии.

При измерении необходимо перемещать перемычку перпендикулярно обоим проводам линии, следя за надежностью кон-

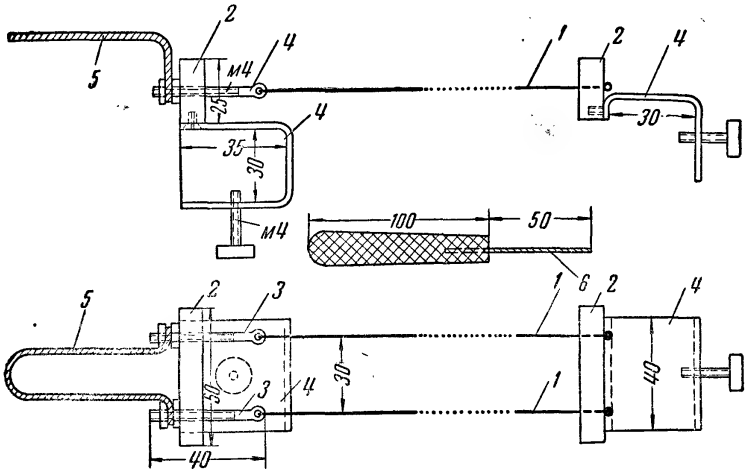


Рис. 13-20. Конструкция двухпроводной измерительной линии

такта. Следует также выбирать связь между генератором и линией минимальной (при которой можно еще достаточно четко отмечать точки резонанса).

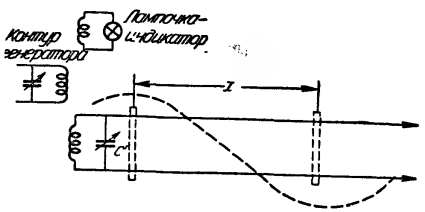


Рис. 13-21. Определение длины волны генератора путем измерения расстояния между двумя пучностями тока на линии C_1 — конденсатор переменной емкости ($C_{макс}$ — 50—100 *пф*).

Двухпроводная измерительная линия может быть использована для градуировки регенеративных и сверхрегенеративных приемников. В этом случае ее связывают с контурной катушкой приемника и определяют точки резонанса по срыву

генерации у регенеративного приемника и по прекращению характерного шума, сопровождающего работу сверхрегенеративного детектора.

При желании длина линии может быть уменьшена до 0,6—0,7 длины измеряемой волны. Достигается это с помощью небольшого конденсатора переменной емкости C_1 (рис. 13-21), подключенного параллельно замкнутому концу линии. Величина его емкости подбирается такой, при которой точка второй пучности тока оказалась бы возможно ближе к входу линии. Если емкость конденсатора C_1 окажется недостаточной и сместить точки пучностей тока близко к входу линии не удается, можно параллельно ему подключить дополнительно небольшой конденсатор постоянной емкости типа КТК или КСО или увеличить на один-два витка катушку связи линии с генератором.

Двухпроводная линия позволяет, пользуясь вспомогательным генератором, производить градуировку резонансных УКВ и КВ волномеров.

Индикаторы поля

Налаживание УКВ передатчиков и особенно антенных систем в значительной мере облегчается при наличии индикатора поля.

Для диапазона 28,0—29,7 *Мгц* можно рекомендовать индикатор поля, схема которого приведена на рис. 13-22. Он

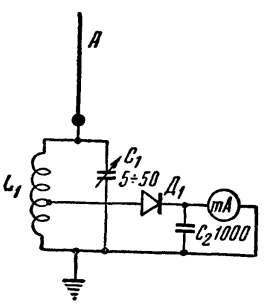


Рис. 13-22. Схема индикатора поля с полупроводниковым диодом

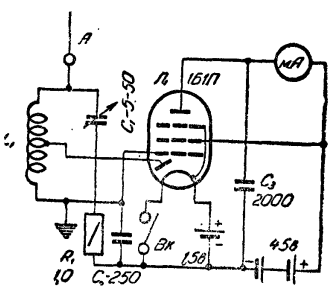


Рис. 13-23. Схема лампового индикатора поля

представляет собой колебательный контур L_1C_1 с подключенной к нему антенной A и цепью индикатора. Длина провода штыревой антенны A, подключенной к контуру, подбирается практически в пределах до $^1/_4$ длины волны передатчика. Од-

нако четвертьволновая антенна для диапазона 28,0—29,7 *Мгц* получается слишком громоздкой (длиной порядка 2,5 *м*), поэтому обычно идут на некоторое снижение чувствительности индикатора, используя штырь длиной 1,0—1,5 *м*.

Катушка L_1 для диапазона 28,0—29,7 *Мгц* может быть выполнена из провода ПЭЛ 1,0 на каркасе диаметром 30 *мм*. Она содержит 6 витков при длине намотки 40 *мм*, отвод берется от 2-го витка.

Индикатор монтируется в металлическом коробчатом шасси размерами 100×65×55 *мм*. Размеры шасси могут быть изменены в ту или иную сторону в зависимости от габаритов примененных в нем деталей. Все детали индикатора, включая катушку L_1, размещаются внутри шасси. Гнездо для подключения антенны изолируют от корпуса и укрепляют на верхней боковой стенке шасси. Конденсатор переменной емкости C_1 и микроамперметр размещают на передней стенке шасси. Для удобства пользования индикатором ручку настройки конденсатора C_1 снабжают лимбом и градуируют.

Схема чувствительного лампового индикатора поля приведена на рис. 13-23. Здесь диодная часть диод-пентода 1Б1П используется для выпрямления тока высокой частоты, наведенного поступающим сигналом в контуре.

Пентодная часть лампы служит усилителем постоянного тока. В ее анодную цепь включен магнитоэлектрический миллиамперметр со шкалой 0,5—1 *ма*. При отсутствии сигнала стрелка прибора отклоняется анодным током лампы. С приходом сигнала отрицательное напряжение на управляющей сетке лампы возрастает, что приводит к уменьшению анодного тока.

Катушка L_1 для диапазона 28,0—29,7 *Мгц* состоит из девяти витков провода диаметром 0,8 *мм*, намотанного на каркасе диаметром 14 *мм* (длина намотки 18 *мм*). Отвод берется от среднего витка. Батареи питания должны быть размещены в корпусе прибора.

Во время настройки антенных систем индикатор поля располагается от них на расстоянии не менее трех-четырех длин волн.

Глава четырнадцатая

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ КОРОТКОВОЛНОВАЯ АППАРАТУРА

КАК СТАТЬ КОРОТКОВОЛНОВИКОМ

Приобретя некоторый опыт в постройке и налаживании самодельной аппаратуры и познакомившись с правилами работы в эфире на ультракоротких волнах, многие радиолюбители стремятся к овладению коротковолновыми диапазонами. Среди многочисленной армии советских радиолюбителей радиолюбители-коротковолновики занимают ведущее место. В их рядах находятся наши наиболее подготовленные радиолюбители — конструкторы и спортсмены. Путь в короткие волны для каждого радиолюбителя, помимо технических навыков, также неизбежно связан с необходимостью овладения техникой приема на слух и передачей на ключе. С помощью азбуки Морзе и любительских радиокодов радиолюбитель может свободно изъясняться с любителями всех стран и национальностей.

Изучение азбуки Морзе начинающему радиолюбителю лучше всего рекомендуется начать в местном радиоклубе или первичной организации ДОСААФ. В дальнейшем, в процессе работы в эфире и участвуя в различных соревнованиях, проводимых организациями ДОСААФ, радиолюбитель может совершенствовать свое мастерство.

Научившись безошибочно принимать на слух и передавать на ключе смешанный буквенный и цифровой текст со скоростью 50 знаков в минуту, радиолюбитель сможет начать свою работу в эфире. Обычно она начинается с наблюдения за двусторонними связями коротковолновых любительских радиостанций. Во время наблюдения за работой радиостанций нужно научиться полностью принимать весь текст, передаваемый радиостанциями, ведущими связь. Приобретя опыт в наблюдении за коротковолновыми станциями, изучив радиолюбительский код и жаргон, радиолюбитель обычно начинает работать на коллективной клубной радиостанции как оператор или, получив соответствующее разрешение, строит свой личный коротковолновый передатчик. Порядок оформления разрешения на постройку (или приобретение) коротковолнового передатчика примерно такой же, как и ультракоротковолнового. Разница в основном заключается в том, что при получении соот-

ветствующей квалификационной справки и ходатайства местного радиоклуба (или комитета ДОСААФ) предъявляются несколько более повышенные требования к объему технических знаний и прежде всего к умению принимать на слух и вести передачу на ключе.

Любительским радиостанциям третьей категории (начинающие) разрешается работать на 80- и 40-метровых любительских диапазонах (частоты 3500—3650 и 7000—7100 *кгц*). Работа может производиться только телеграфом мощностью не более 10 *вт*.

80-метровый любительский диапазон в основном пригоден для установления связи в вечерние и ночные часы, лучшее время — ночное (24.00—06.00). На этом диапазоне хорошо проходят связи с соседними городами и республиками, возможны и дальние связи со всеми европейскими станциями. Реже проходят связи с Северной Америкой и другими дальними станциями. Лучшее время года для работы — зима; летом на 80-метровом диапазоне очень сильно сказываются атмосферные помехи.

40-метровый любительский диапазон пригоден для ближней и дальней связи. Он очень удобен для внутрисоюзных связей, которые лучше всего проходят зимой днем. Наиболее интересные дальние связи на этом диапазоне обычно проходят в период заката солнца, когда проходят связи с радиолюбителями нолевого района, и в ранние, предрассветные часы, когда возможны особо дальние связи в западных направлениях. Наиболее благоприятные условия для работы на 40-метровом диапазоне — весна и осень. Зимой с заходом солнца условия прохождения ухудшаются. Летом очень сильно сказываются атмосферные помехи, и связи с дальними станциями проходят редко.

Во время прохождения с приближением сумерек начинают появляться любительские радиостанции: дальневосточные, среднеазиатских районов, стран Ближнего Востока, Индии, Африки и Японии. Реже на этом диапазоне проходят станции Австралии и Океании. Вскоре после захода солнца наиболее дальние станции пропадают. После полуночи иногда появляются южноамериканские любительские станции. Около трех-четырех часов утра становятся слышны станции США. В это же время и на рассвете слышны станции островов Тихого океана.

Мертвая зона для 40-метрового диапазона: днем порядка 100—200 *км*, ночью она достигает 500 *км* летом и свыше 1000 *км* зимой.

Радиолюбитель-коротковолновик, выходя в эфир, должен руководствоваться теми же правилами, что и при работе на УКВ, и никогда не нарушать установленные нормы и правила радиолюбительского обмена. Телеграфная связь должна про-

водиться радиолюбительским кодом или открытым русским текстом в пределах любительских кодов. Каждая проведенная связь должна обязательно подтверждаться карточкой-квитанцией. Обмен такими карточками между советскими и зарубежными коротковолновиками осуществляется через местные и Центральный радиоклубы ДОСААФ.

Ниже описывается несколько конструкций самодельных приемников и передатчиков, постройка которых доступна начинающему коротковолновику.

В предыдущем разделе уже был описан самодельный приемник на транзисторах, рассчитанный на 10- и 20-метровые диапазоны. Эта схема может быть также использована и для работы на 40- и 80-метровых диапазонах после соответствующей перестройки колебательного контура приемника.

Для работы на коротковолновых диапазонах может быть после такой же переделки использован и приемник радиостанции на 28,0—29,7 *Мгц*.

КОРОТКОВОЛНОВАЯ РАДИОСТАНЦИЯ БАТАРЕЙНОГО ПИТАНИЯ

Описываемая радиостанция является упрощенным вариантом конструкции походной радиостанции В. Александрова (журнал «Радио» № 4 за 1957 г., стр. 33—36). Радиостанция состоит из приемника, передатчика и блока питания, размещенных в небольшом чемодане. Станция рассчитана на работу телеграфом на 80- и 40-метровых любительских диапазонах.

Мощность передатчика порядка 0,5 *вт*. Чувствительность приемника не хуже 10 *мкв*.

Питание станции осуществляется от гальванических элементов и батарей. При работе на передачу анодный ток равен 47 *ма*, при приеме — 30 *ма*. Ток, потребляемый от накальной батареи, составляет при передаче 540 *ма*, а при приеме — 480 *ма*. Кроме того, в передатчике предусмотрена возможность работы с половинной мощностью, при которой анодный ток равен 40 *ма*, а накальный — 420 *ма*.

Прежде чем приступить к постройке передатчика, необходимо через свой областной радиоклуб получить в областном управлении связи соответствующее разрешение. Без разрешения постройка и эксплуатация передатчика категорически запрещается.

Схема. Принципиальную схему станции (рис. 14-1) удобно рассматривать, разбив ее на две части: приемник (лампы $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$, $Л_5$, $Л_6$) и передатчик (лампы $Л_7$, $Л_8$, $Л_9$, $Л_{10}$).

Первый каскад приемника представляет собой резонансный усилитель ВЧ, анодные контуры которого при налаживании приемника настраиваются на среднюю частоту соответствующего диапазона. Ввиду того что добротность этих контуров относительно невелика, а полоса частот, занимаемая каж-

дым диапазоном, достаточно узка, то такая система снижает чувствительность на краях диапазона всего лишь на 5—15%.

Входной контур приемника образуется одной из катушек L_1 или L_2 и конденсатором C_2, с помощью которого этот контур точно настраивают на частоту принимаемой станции. Ручка, закрепленная на оси ротора конденсатора C_2, выведена на переднюю панель приемника.

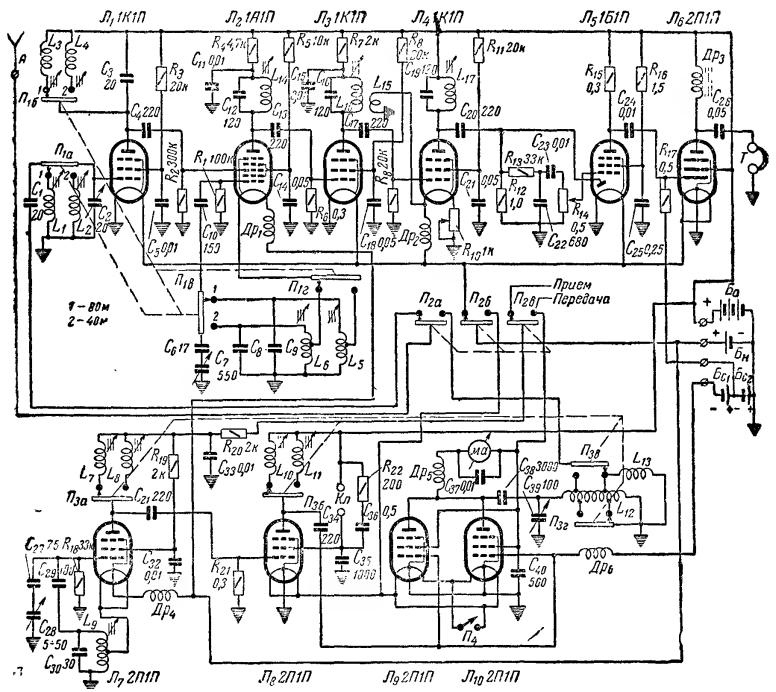


Рис. 14-1. Принципиальная схема КВ радиостанции

Преобразователь частоты собран по обычной схеме на лампе 1АП. Анодом гетеродина служит экранная сетка лампы, заземленная по высокой частоте через конденсатор C_{14}, катод подключается к части витков контурной катушки (катушка L_5 или L_6). Для того чтобы катод не оказался заземленным по высокой частоте через цепи питания, его подключают к накальной батарее через дроссель $Др_1$. Для каждого диапазона в гетеродине используется отдельный контур, состоящий из конденсатора C_8 (C_9) и катушки L_6 (L_5). Кроме того, в контур входит конденсатор переменной емкости (C_7), последователь-

но с которым включен конденсатор C_6. Величина емкости конденсаторов C_8 и C_9 подбирается в пределах 15—40 *пф* во время налаживания приемника, когда устанавливается необходимое перекрытие по частоте для каждого из диапазонов.

В усилителе ПЧ используются лампы $Л_3$ и $Л_4$. Анодными нагрузками этих ламп, так же как и в преобразователе частоты, являются одиночные контуры, настроенные на частоту 465 *кгц*. Использование в усилителе ПЧ одиночных контуров вместо обычно применяемых полосовых фильтров позволило получить большое усиление при достаточной избирательности по соседнему каналу.

Повышению избирательности способствует также положительная обратная связь, которой охвачен второй каскад усилителя ПЧ. Обратная связь подается из цепи катода лампы $Л_4$ в цепь сетки этой лампы с помощью катушки L_{15}. Катушка эта шунтирована переменным сопротивлением R_{10}, с помощью которого можно изменять глубину обратной связи.

Усилитель НЧ приемника — двухкаскадный: $Л_5$ — предварительный усилитель и $Л_6$ — выходной каскад. Анодной нагрузкой выходного каскада является низкочастотный дроссель $Др_3$, с которого напряжение НЧ подается на высокоомные головные телефоны или на динамический громкоговоритель с выходным трансформатором. Отрицательное смещение на сетку лампы $Л_6$ (—4,5 *в*) подается от отдельной батареи.

Во всех трех каскадах передатчика используются лампы типа 2П1П. Анодом генератора является экранная сетка лампы $Л_7$, а анодная цепь этой лампы используется для усиления колебаний. Частота колебаний задающего генератора лежит в пределах 1750—1825 *кгц*.

Анодной нагрузкой лампы $Л_7$ в диапазоне 80 *м* служит катушка L_7, а в диапазоне 40 *м* — контур, образованный выходной емкостью лампы $Л_7$, входной емкостью $Л_8$ и катушкой L_8. Этот контур настроен на среднюю частоту 80-метрового диапазона. Для повышения стабильности частоты в контуре задающего генератора применена температурная компенсация с помощью конденсатора, имеющего отрицательный ТКЕ (C_{30}). Для того чтобы уменьшить «выбег» частоты, обусловленный разогревом лампы $Л_7$, она остается подключенной к накальной батарее даже при переходе на прием, а выключение задающего генератора в этом случае осуществляется путем разрыва анодной цепи этой лампы с помощью переключателя $П_{2в}$. Аналогично в приемнике для повышения стабильности частоты гетеродина накал лампы $Л_2$ остается включенным при работе передатчика.

Предоконечный каскад передатчика ($Л_8$) в диапазоне 80 *м* является усилителем, а в 40 *м* — удвоителем частоты.

Выходной каскад передатчика собран на двух лампах 2П1П, соединенных параллельно.

Работа передатчика с половинной выходной мощностью осуществляется путем выключения (с помощью переключателя $П_4$) части нитей накала ламп $Л_9$ и $Л_{10}$, причем при этом уменьшается не только потребляемый ток накала, но и потребляемый анодный ток. Отрицательное смещение на сетки выходных ламп подается через дроссель $Др_6$. Связь с антенной — автотрансформаторная. Настройка выходного каскада осуществляется с помощью миллиамперметра постоянного тока, включенного в анодную цепь $Л_9$ и $Л_{10}$.

Телеграфная манипуляция осуществляется в экранной цепи лампы $Л_8$. Для уменьшения помех при манипуляции параллельно ключу подключается обычная искрогасящая цепочка $R_{22}C_{35}$.

Переключатель диапазонов приемника $П_{1а}$ — $П_{1в}$ — трехсекционный, на два положения. Переключатель $П_{2а}$ — $П_{2в}$ «Прием-Передача» — одноплатный, трехсекционный. Первая секция переключателя ($П_{2а}$) служит для переключения антенны с выхода передатчика на вход приемника. Вторая секция переключателя ($П_{2б}$) коммутирует цепи накала ламп приемника ($Л_1$, $Л_3$, $Л_4$, $Л_5$ и $Л_6$) и передатчика ($Л_8$, $Л_9$, $Л_{10}$) при переходе с приема на передачу. Последняя ($П_{2в}$) секция этого переключателя коммутирует анодную цепь задающего генератора, выключая его при переходе на прием.

В приемнике переход с телефона на телеграф осуществляется путем увеличения положительной обратной связи с помощью сопротивления R_{10}.

Блок питания радиостанции показан на схеме условно. В качестве источника анодного напряжения удобно использовать батарею БАС-80-Г, а для питания накальных цепей — два соединенных параллельно элемента 3С или щелочной аккумулятор. Возможно также применение щелочного аккумулятора с вибропреобразователем либо преобразователем напряжения на транзисторах. В качестве источников смещения удобнее всего применить две батарейки от карманного фонаря.

Питание радиостанции можно осуществлять и от сети переменного тока, изготовив для этой цели силовой блок с двумя выпрямителями — анодным и накальным.

Конструкция, детали, монтаж. Для удобства монтажа, налаживания и ремонта радиостанции она выполнена в виде трех отдельных блоков: передатчика, приемника и блока питания, конструктивно объединенных в одной упаковке.

Электрическое соединение передатчика и приемника осуществляется восьмижильным кабелем с помощью многоконтактных разъемов. Что же касается блока питания, то он непосредственно соединен только с приемником. Передатчик собран на алюминиевом шасси с размерами горизонтальной части 140×220 *мм*. К стенке шасси прикреплена вертикальная панель, на которой размещены гнезда для телеграфного клю-

ча, измерительный прибор, зажим «Антенна» и органы управления радиостанцией: переключатель диапазонов передатчика $П_3$, ручка настройки задающего генератора C_{28}, ручка подстройки выходного контура передатчика C_{39}, переключатель «Прием-Передача» $П_2$ и переключатель $П_4$. Конденсатор C_{39} закреплен непосредственно на панели управления, а конденсатор C_{28} — вблизи лампы $Л_7$, поэтому ось этого конденсатора приходится сильно удлинять.

Сверху на панели передатчика располагается катушка L_{12}, выполненная на ребристом керамическом каркасе диаметром 50 *мм*. При изготовлении этой катушки нужно обратить серьезное внимание на повышение ее добротности, так как она в значительной степени определяет выходную мощность передатчика. Поэтому для катушки L_{12} применяется посеребренный провод диаметром 1—1,5 *мм* и намотка производится с шагом 2,5 *мм*. Катушка эта содержит 18 витков, причем в случае применения в качестве C_{39} конденсатора с емкостью, отличной от величины, указанной на схеме, число витков катушки L_{12} должно быть соответственно изменено. Витки катушки связи с антенной L_{13} расположены между витками контурной катушки L_{12} ближе к заземленному концу. Катушка L_{13} содержит 9 витков провода в полихлорвиниловой изоляции (БПВЛ 0,75).

Основные детали передатчика расположены в подвале шасси, а детали, относящиеся к задающему генератору, — в отдельном отсеке. Контурные катушки расположены вблизи соответствующих плат переключателя $П_3$. Данные контурных катушек передатчика приведены в табл. 14-1. Все катушки, кроме L_{12} и L_{13}, снабжены сердечниками из карбонильного железа.

Высокочастотные дроссели необходимо располагать так, чтобы их емкость относительно шасси была как можно меньше.

Все катушки выполнены на каркасах диаметром 11 *мм* проводом марки ПЭЛ. В катушках L_5, L_6, L_9 сделан отвод от одной трети витков.

В качестве миллиамперметра желательно применить магнитоэлектрический прибор чувствительностью 25—30 *ма*. При применении более чувствительного прибора к нему необходимо будет подобрать шунт.

Основные цепи питания и коммутации выполнены обычным монтажным проводом. Очень тщательно нужно соединять соответствующие детали с корпусом, добиваясь того, чтобы соединительные провода были как можно короче.

Приемник смонтирован на таком же шасси, как и передатчик. На переднюю панель приемника выведены ручки регулировки громкости и регулировки обратной связи R_{14} и R_{10}, ручка переключателя диапазонов $П_1$, ручка настройки приемни-

Таблица 14-1

КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

Обозначение на схеме	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Вид намотки
L_1	70	0,2	«Внавал»
L_2	35	0,5	Однослойная
L_3	70	0,2	«Внавал»
L_4	35	0,5	Однослойная
L_5	50	0,2	«Внавал»
L_6	23	0,5	Однослойная
L_7	600	0,2	«Внавал» (три секции по 200 витков)
L_8	70	0,2	«Внавал»
L_9	95	0,2	«Внавал»
L_{10}	70	0,2	«Внавал»
L_{11}	35	0,5	Однослойная
L_{15}	20	0,1	«Внавал»

ка, закрепленная на оси конденсатора C_7, и ручка подстройки антенного контура, закрепленная на оси конденсатора C_2.

Подвал шасси приемника разбит на четыре отсека. В первом из них расположены детали входной цепи, во втором — усилитель ВЧ, в третьем — преобразователь и в четвертом — усилитель промежуточной и низкой частоты.

Особое внимание следует обратить на расположение контуров промежуточной частоты. Катушки L_{14}, L_{16}, L_{17} выполнены в горшкообразных сердечниках СБ-1а (внешний диаметр 12 *мм*) из карбонильного железа, которые обычно помещают в электростатический экран. Вместо экранировки в описываемом приемнике катушки L_{16} и L_{17} разнесены на значительное расстояние друг от друга, а катушки L_{14} и L_{15} располагаются в различных плоскостях. Если в процессе налаживания приемника возникает необходимость в экранировке перечисленных контуров, то это можно будет сделать с помощью экранов, изготовленных из пробитых электролитических конденсаторов. В усилителе ПЧ использованы контуры от приемника «Звезда». Катушка L_{15} расположена внутри того же сердечника, что и L_{16}, и размещается в одной из трех секций полистиролового каркаса.

Налаживание. Налаживание радиостанции целесообразно начинать с приемника. Первоначально настраивают на частоту 465 *кгц* контуры усилителя ПЧ при отключенной обратной связи (для этого катод лампы $Л_4$ соединяют с корпусом). Затем налаживают преобразователь. Путем подбора емкостей конденсаторов C_8 и C_9 и изменения индуктивности катушек

L_6 и L_5 добиваются полного перекрытия 80- и 40-метрового диапазонов.

После этого последовательно производят настройку контуров усилителя ВЧ и входной цепи. Налаживание приемника при приеме телеграфных станций сводится к правильному включению катушки L_{15}.

Налаженный приемник можно использовать при настройке передатчика. Налаживание передатчика начинают с того, что добиваются нормальной работы задающего генератора на обоих диапазонах. Для налаживания промежуточного каскада в анодную цепь лампы $Л_8$ временно включают миллиамперметр и, ориентируясь на минимальный анодный ток, настраивают контуры $L_{10} — L_{11}$.

Налаживание выходного каскада сводится к подбору отводов на катушке L_{12}. При подборе отводов, подключаемых к неподвижным контактам $П_{3г}$, ориентируются на минимальные показания прибора. Что же касается отводов, подключаемых к плате $П_3$, то они определяют степень связи с антенной. Эти отводы подбираются при подключенной антенне по максимуму тока в ней.

Сигналы задающего генератора можно прослушать с помощью настроенного предварительно приемника, причем питание последнего в этом случае должно осуществляться от отдельных батарей.

ПЕРЕДАТЧИК НАЧИНАЮЩЕГО КОРОТКОВОЛНОВИКА

Описываемый передатчик предназначен для работы телеграфом на 80—40-метровых любительских диапазонах. Его основные технические данные удовлетворяют требованиям, предъявляемым Государственной радиоинспекцией Министерства связи СССР к любительским радиостанциям третьей категории (начинающие). Передатчик рассчитан на питание от выпрямителя мощностью порядка 40—50 *вт*. Расход мощности по анодной цепи выходного каскада передатчика не превышает 10 *вт*.

Напоминаем, что постройка и эксплуатация передающих радиостанций производится только после получения соответствующего разрешения Государственной радиоинспекции.

Схема. Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 14-2. Передатчик — двухкаскадный, его задающий генератор собран по схеме с емкостной обратной связью. Колебательный контур, составленный из катушки L_1 и конденсаторов C_1, C_2, C_3, C_4 и C_5, подключен к цепи управляющая сетка — катод лампы $Л_1$. Для повышения стабильности частоты общая емкость колебательного контура выбрана значительной и имеет ячейку термокомпенсации. Конденсатор переменной емкости

C_1 предназначен для плавной настройки задающего генератора в пределах частот 80-метрового любительского диапазона.

Стабилитрон СГ4С ($Л_3$) служит для поддержания постоянного напряжения на экранных сетках ламп $Л_1$ и $Л_2$, что в значительной мере способствует улучшению стабильности частоты и тона при телеграфной манипуляции передатчика.

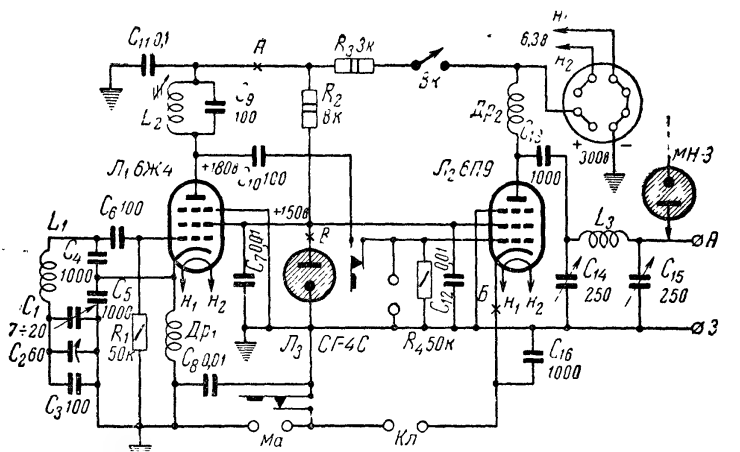


Рис. 14-2. Принципиальная схема КВ передатчика

В анодную цепь лампы $Л_1$ включен контур L_2C_9, настроенный на среднюю частоту 40-метрового любительского диапазона (7050 *кгц*). Это позволяет получить в анодной цепи лампы $Л_1$ на 40-метровом диапазоне достаточное напряжение высокой частоты, обеспечивающее нормальную работу оконечной ступени передатчика в режиме усиления. Во время работы передатчика на 80-метровом диапазоне, когда оконечная ступень передатчика настраивается на частоты 3500—3650 *кгц*, контур L_2C_9 является реактивной нагрузкой лампы $Л_1$.

Благодаря применению в оконечной ступени передатчика пентода 6П9, имеющего высокую крутизну характеристики, связь между задающим генератором и усилителем мощности сделана достаточно слабой. Это в значительной мере уменьшает влияние оконечного усилителя, в котором осуществляется телеграфная манипуляция, на задающий генератор и повышает стабильность частоты передатчика.

Во второй ступени передатчика применена схема параллельного питания. Колебательный контур, состоящий из катушки L_3 и конденсаторов C_{14} и C_{15}, позволяет перекрывать оба диапазона без каких-либо переключений. Благодаря при-

менению на выходе передатчика П-фильтра он хорошо работает с антеннами различных типов. Специального индикатора настройки антенной цепи передатчика нет. При настройке и налаживании передатчика для этой цели может быть использована неоновая лампочка (например, типа МН-3 или МН-5) или лампочка накаливания (2,5 *в* × 0,15 *а*).

В схеме передатчика предусмотрены специальные гнезда для включения кварца, снабженные автоматически действующей контактной системой, отсоединяющей задающий генератор от управляющей сетки лампы $Л_2$. При работе с кварцем используется только вторая ступень передатчика. В этом случае лампу $Л_1$ можно удалить.

В передатчике хорошо работают кварцевые пластины с резонансными частотами, которые лежат в пределах 80- и 40-метрового любительских диапазонов.

Выключатель *Вк* необходим для снятия напряжения с анодно-экранных цепей лампы $Л_1$ при переходе на прием.

Телеграфная манипуляция передатчика производится в цепи катода лампы $Л_2$. В этой же цепи имеются автоматически закорачивающиеся гнезда, к которым может подключаться миллиамперметр постоянного тока со шкалой на 50—100 *ма* или лампочка накаливания (2,5 *в* × 0,075 *а*). Эти индикаторы настройки оконечного каскада передатчика можно установить на вертикальной панели передатчика, тогда необходимость в применении дополнительных гнезд отпадает.

Для питания передатчика может быть использован любой выпрямитель, на выходе которого можно получить 300—350 *в* при силе тока до 100 *ма* (например, выпрямитель, описание которого приведено в предыдущей главе книги).

Детали и монтаж передатчика. Контурные катушки передатчика L_1, L_2 и L_3 — самодельные. Катушка L_1 содержит 50 витков провода ПЭЛ 0,8. Намотка — однослойная, выполняется на керамическом или полистироловом каркасе диаметром 20 *мм* (длина намотки 42 *мм*, индуктивность катушки порядка 18 *мкгн*). Намотку нужно производить с сильным натяжением провода, концы которого надежно закрепляются на каркасе.

Катушка L_2 выполнена на ребристом полистироловом каркасе диаметром 17 *мм* (от катушек коротковолновых диапазонов приемника «Звезда»). Она содержит 22 витка провода МГ 0,65 (длина намотки 18 *мм*, индуктивность катушки порядка 4 *мкгн*). Катушка имеет карбонильный подстроечный сердечник).

Катушка L_3 выполнена на каркасе диаметром 40 *мм*. Она содержит 30 витков провода МГ 0,9. Намотку производят «принудительным шагом», т. е. одновременно укладывают параллельно два проводника. По окончании намотки концы одного из них припаивают к лепесткам, укрепленным на каркасе

катушки, второй проводник удаляют. При таком способе намотки получается катушка с расстоянием между витками, равным диаметру провода. Величина индуктивности катушки L_3 порядка 20 *мкгн*.

В качестве дросселей высокой частоты $Др_1$ и $Др_2$ могут быть применены подходящие по конструкции и количеству витков многослойные катушки (например, катушки с намоткой «Универсаль», предназначенные для длинноволнового диапазона радиовещательного приемника) с индуктивностью 2—2,5 *мгн*. При отсутствии подходящих многослойных катушек дроссели $Др_1$ и $Др_2$ наматывают на цилиндрических каркасах диаметром 10 *мм*. Намотку производят «внавал» проводом ПЭШО 0,1—0,17. Обмотку разбивают на три секции, укладываемые между картонными щечками диаметром 20 *мм*, укрепленными на каркасе. Всего нужно намотать 450—500 витков. После окончания намотки полезно пропитать обмотку каким-либо изоляционным лаком.

Конденсатор настройки C_1 взят с воздушным диэлектриком, можно также применить керамический подстроечный конденсатор типа КПК-1, снабдив его соответствующим держателем с удлиненной осью. Конструкция такого держателя была описана в предыдущей главе.

Конденсатор C_2 — керамический, типа КПК-2; C_3, C_4, C_5, C_6, C_9, C_{10} — керамические, типа КТК или КДК; C_7, C_8, C_{11}, C_{12}, C_{16} — бумажные, типа КБГИ или КБГМ; C_{13} — слюдяной, типа КСО-6.

Конденсаторы переменной емкости C_{14} и C_{15} — с воздушным диэлектриком. Если нет подходящих одиночных переменных конденсаторов, можно вместо них использовать сдвоенные блоки переменных конденсаторов от радиовещательных приемников. В этом случае выводы от одной группы статорных пластин каждого из блоков подключают к катушке L_3, а выводы от второй группы статорных пластин — к шасси. Корпуса блоков с помощью гетинаксовых прокладок изолируют от шасси, выводы пружинящих контактов от роторных пластин обоих блоков ни с чем не соединяют.

Передатчик смонтирован на коробчатом металлическом шасси размером 250 × 160 × 90 *мм*. Все детали передатчика, кроме ламп и сопротивлений R_2, R_3, размещены в подвале шасси. Детали сеточного контура задающего генератора заключены в дополнительный экран размером 100×80×90 *мм*.

При таком расположении деталей устраняется возможность непосредственного нагревания контурных деталей теплом, излучаемым баллонами ламп и сопротивлениями, на которых рассеивается значительная мощность. Все детали ВЧ цепей соединены между собой медным посеребренным (или луженым) проводом диаметром 1—1,5 *мм*. При выполнении монтажа следует обратить внимание на жесткость и надеж-

ность всех соединений. Все пайки должны быть прочными, проводники — короткими и хорошо закрепленными. Следует избегать использования шасси передатчика в качестве проводника. Общий минусовый провод припаивают к приклепанным к шасси контактным лепесткам.

Налаживание передатчика. После обычной проверки правильности монтажа и рабочих напряжений на электродах ламп налаживание передатчика начинают с задающего генератора. Вначале рекомендуется вместо контура L_2C_9 включить в анодную цепь лампы $Л_1$ какой-нибудь подходящий дроссель ВЧ (например, временно можно для этого воспользоваться дросселем $Др_2$). Если имеется в наличии миллиамперметр постоянного тока со шкалой 0—50 *ма*, его следует включить в разрыв анодной цепи лампы $Л_1$ (точка *А* на рис. 14-2). С помощью миллиамперметра легко убедиться, генерирует ли задающий генератор. Анодный ток лампы $Л_1$ при нормальной работе задающего генератора равен 6—7 *ма*, при отсутствии колебаний — 15—20 *ма*. В качестве указателя наличия ВЧ колебаний можно воспользоваться и неоновой лампочкой типа МН-3. Иногда, чтобы добиться возбуждения колебаний ВЧ, приходится несколько увеличить емкость подстроечного конденсатора C_2.

Добившись получения устойчивых ВЧ колебаний в контуре задающего генератора, определяют их частоту с помощью резонансного волномера или градуированного КВ приемника.

Поворот ротора конденсатора C_1 от 0 до 180° должен вызывать изменение частоты от 3500 до 3650 *кгц*. Чтобы обеспечить такое перекрытие частоты, следует подобрать нужную величину емкости конденсатора C_1 и параллельно включенных с ним конденсаторов $C_2 — C_3$. В случае применения в качестве конденсатора C_1 воздушного конденсатора у него удаляются лишние пластины; если используется керамический конденсатор типа КПК-1, то последовательно с ним включается небольшой керамический конденсатор постоянной емкости. Его величину определяют практически, во время налаживания. Рекомендуется во время налаживания установить конденсатор C_2 в положение, соответствующее наименьшей емкости, при которой генерация возникает устойчиво: не срывается при выключении и повторном включении передатчика. В этом случае стабильность частоты получается наивысшей.

После уточнения данных сеточного контура задающего генератора дроссель, ранее включенный в анодную цепь лампы $Л_1$, заменяют контуром L_2C_9 и настраивают его на частоту 7050 *кгц*. При этом сеточный контур задающего генератора должен быть настроен на частоту 3525 *кгц*.

Момент резонанса контура L_2C_9 со второй гармоникой генерируемых в сеточной цепи лампы $Л_1$ колебаний определяется по наибольшему свечению неоновой лампочки (МН-3), ко-

торой прикасаются к анодной цепи лампы. Далее проверяют стабильность частоты генерируемых колебаний. Если она окажется недостаточной, следует заменить конденсатор C_3 двумя конденсаторами с такой же общей емкостью, как у C_3. Один из этих конденсаторов должен иметь отрицательный ТКЕ. Методика проверки стабильности и подбора емкости компенсирующего конденсатора подробно разобрана в предыдущей главе книги.

Налаживание оконечного каскада передатчика обычно сводится к определению положения ручек конденсаторов C_{14} и C_{15}, соответствующих настройке на 80- и 40-метровый любительские диапазоны. При налаживании рекомендуется произвести настройку колебательного контура на 80-метровом диапазоне без антенны. Для этого конденсатор C_{15} устанавливают в положение, соответствующее его наибольшей емкости, замыкают цепь ключа и, вращая ручку управления конденсатора C_{14}, добиваются настройки контура в резонанс с частотой задающего генератора. Момент резонанса определяют по свечению неоновой лампочки, присоединенной к зажиму *А*. Оно должно быть значительно более ярким, чем при прикосновении этой же лампочки к анодной цепи задающего генератора. Если в катодную цепь лампы $Л_2$ включен миллиамперметр постоянного тока, то о правильной настройке контура можно будет судить по резкому уменьшению тока (до 20—25 *ма*).

При настройке контура выходного каскада на частоты 40-метрового диапазона резонанс должен получиться при положениях роторов конденсаторов C_{14}, C_{15}, близких к их наименьшей емкости. Далее задающий генератор настраивают на частоту 3525 *кгц*, контур $L_3C_{14}C_{15}$ — на частоту 7050 *кгц* и с помощью подстроечного сердечника у катушки L_2 еще раз подстраивают контур L_2C_9 по наибольшей яркости свечения неоновой лампочки на выходе передатчика.

Следует также убедиться в отсутствии самовозбуждения у оконечного каскада передатчика. Для этого, сорвав колебания в сеточном контуре задающего генератора, проверяют отсутствие ВЧ колебаний в контуре $L_3C_{14}C_{15}$ во всех положениях роторов переменных конденсаторов. Если будет отмечено самовозбуждение оконечного каскада, необходимо уменьшить связь сеточной цепи лампы $Л_2$ с контуром L_2C_9. Это достигается уменьшением емкости конденсатора C_{10} и переносом точки его присоединения к катушке L_2 на один-два витка ближе к заземленному (по высокой частоте) концу катушки L_2.

Заканчивая налаживание передатчика, следует проверить работу стабилитрона $Л_3$ (СГ-4С). Сила тока, текущего через него, измеренная в точке *В* (рис. 14-2), должна быть не более 30 *ма* (при нажатом ключе — 8—10 *ма*). Если сила тока, проходящего через стабилитрон, при отжатом ключе больше 30 *ма*, следует несколько увеличить сопротивление R_2.

Настройка передатчика при работе с кварцем ничем не отличается от описанной выше: кварц устанавливается в гнезда «КВ» и с помощью ручек конденсаторов C_{14} и C_{15} контур настраивается на основную (или гармоничную) частоту кварца. Следует учесть, что некоторые экземпляры кварцевых пластинок плохо возбуждаются в подобной схеме. Для улучшения условий возбуждения в этом случае рекомендуется включить в цепь катода лампы $Л_2$ (точка $Б$ на рис. 14-2) ВЧ дроссель, подобный $Др_1 — Др_2$, и зашунтировать его конденсатором емкостью порядка 100 *пф*. В некоторых случаях дополнительно между анодом — управляющей сеткой лампы $Л_2$ включается еще конденсатор емкостью 2—5 *пф* (только во время работы с кварцем).

Определив, как было указано выше, ориентировочные положения ручек настройки при работе на 80- и 40-метровых диапазонах, следует присоединить к передатчику антенну и заземление и, вращая поочередно ручки управления конденсаторов C_{14} и C_{15}, по наибольшей яркости свечения неоновой лампочки найти наивыгоднейшую величину связи антенны с передатчиком для каждого из диапазонов. Вместо неоновой лампочки для настройки можно воспользоваться лампочкой накаливания (2,5 *в* × 0,15 *а*), включив ее последовательно в антенную цепь. При работе эту лампочку следует закорачивать.

Лампа $Л_2$ типа 6П9, примененная в оконечном каскаде передатчика, может быть заменена лампой типа 6П6 или 6П3. В этом случае необходимо повысить напряжение на ее экранной сетке. Для этого цепь, соединяющую экранную сетку лампы $Л_2$ со стабилитроном $Л_3$, отсоединяют и экранную сетку лампы $Л_2$ соединяют через гасящее сопротивление величиной порядка 10 *ком* с плюсом анодного напряжения. Величину этого сопротивления следует подобрать практически так, чтобы напряжение на экранной сетке $Л_2$ было равно 250 *в*.

В задающем генераторе вместо лампы 6Ж4 с успехом может быть использована лампа типа 6Ж8. Переход на эту лампу после наладки передатчика даже желателен (с ней легче получить большую стабильность частоты, но с лампой 6Ж4 более проста наладка передатчика).

КОРОТКОВОЛНОВЫЕ АНТЕННЫ

Начинающему радиолюбителю-коротковолновику для работы на 80- и 40-метровом любительских диапазонах можно рекомендовать полуволновую дипольную антенну несимметричного питания, заземленную антенну или антенну типа «наклонный луч».

Полуволновая антенна типа «американка» уже была описана в предыдущей главе (стр. 370). Подобные антенны с оди-

ночным фидером, несмотря на простоту их устройства, дают достаточно хорошие результаты при установлении как ближних, так и дальних радиосвязей.

Наиболее подходящей антенной с питанием бегущей волной будет антенна с основной волной на 80-метровом диапазоне. Она без каких-либо перестроек будет так же хорошо работать и на 40-метровом диапазоне. Конструкция подобной антенны была приведена на рис. 13-16 в предыдущей главе. Длина провода горизонтальной части такой антенны равна 39,90 *м*, точка присоединения фидера — 14,34 *м* от конца. Измерение длины провода нужно производить с учетом заделки на изоля-

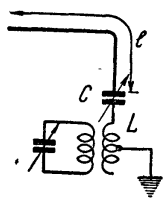


Рис. 14-3. Заземленная антенна

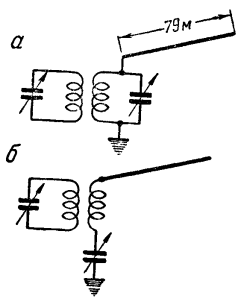


Рис. 14-4. Антенна «Наклонный луч»

торах. Диаметр провода может доходить до 3—4 *мм*. Применение антенного канатика, из-за свойственной ему способности к растяжению, не рекомендуется.

Приведенные геометрические размеры антенны ориентировочные и подлежат уточнению во время настройки, методика которой была описана выше.

В случае затруднения с подвеской подобной антенны можно использовать заземленную антенну, длина которой берется равной приблизительно четверти волны, роль второй половины вибратора выполняет земля. Общая длина антенны, включая провод, идущий к заземлению, несколько меньше четверти длины волны (0,24 λ).

Антенну связывают с контуром передатчика (рис. 14-3) при помощи катушки L и подстраивают конденсатором C с максимальной емкостью порядка 250 *пф*. Настройку производят по максимальному току в антенне.

При подвеске провод антенны желательно закреплять возможно выше (ближе к вертикали).

Заземление должно быть надежным. Присоединение к внутренним трубам отопления и водопровода нежелательно. Хоро-

шее заземление можно получить, забив в грунт на глубину 1,5—2 *м* несколько металлических труб. Трубы соединяют вместе медным проводником толщиной 2—3 *мм,* который подводят к передатчику.

Если устройство хорошего заземления затруднительно, можно вместо него применить противовес из системы проводов, натянутых под антенной и изолированных от земли. Провода подвешивают или радиально, или в виде нескольких параллельных ветвей. Их спаивают вместе и присоединяют к передатчику вместо заземления. Площадь, занимаемая противовесом, должна быть не меньше площади, которую занимает сама антенна. Высота подвески противовеса обычно равна 2—3 *м* от земли. Очень проста в постройке и налаживании антенна типа «наклонный луч», по принципу своей работы являющаяся гармониковой антенной малой длины (рис. 14-4,*а*).

«Наклонный луч» длиной 79 *м* может работать на 80- и 40-метровых диапазонах. Длина провода может быть уменьшена до 39,5 *м,* но в этом случае для работы на 80-метровом диапазоне следует применить другую схему связи с передатчиком (рис. 14-4,*б*).

Следует учитывать, что при применении схемы, приведенной на рис. 14-4,*а,* на нижнем конце антенны будет пучность напряжения. Поэтому в качестве индикатора для настройки нужно пользоваться индикатором напряжения (например, неоновой лампочкой типа МН-3).

С конструкциями других более сложных типов антенн для работы на коротковолновых диапазонах радиолюбитель сможет познакомиться в дальнейшем, по мере накопления опыта и перехода к освоению остальных КВ диапазонов (20- и 14-метрового), предназначенных для более опытных радиолюбителей-коротковолновиков.

Глава пятнадцатая

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКИХ РАДИОУСТАНОВОК

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Устройство и работа электрохимических источников тока основаны на получении электрической энергии за счет химических реакций. Простейший гальванический элемент состоит из угольной и цинковой пластинок, опущенных в раствор нашатыря или поваренной соли, называемый электролитом (рис. 15-1). Благодаря химической реакции между цинком и электролитом на цинке получаются лишние электроны, заряжающие его отрицательно. Раствор, наоборот, заряжается положительно. Угольная пластинка, погруженная в раствор, также электризуется положительно. В результате получается электродвижущая сила в 1 *в*, которая сохраняется до тех пор, пока цепь не замкнута. При замыкании цепи пойдет ток и внутри элемента начнет выделяться водород, покрывающий поверхность угольной пластинки слоем пузырьков. Слой водорода уменьшает э.д.с. элемента. Такое явление носит название поляризации.

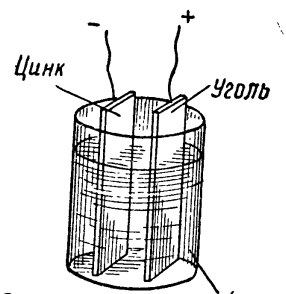


Рис. 15-1. Простейший гальванический элемент

Чем сильнее ток, тем значительнее проявляется поляризация и тем быстрее уменьшается напряжение элемента. Для уничтожения поляризации в элемент вводят вещества, способные поглощать водород и называемые деполяризаторами. В качестве них в современных гальванических элементах наиболее часто применяется химическое вещество — перекись марганца. Поглощая водород, деполяризатор постепенно становится негодным. Но обычно раньше этого портится электролит, и под действием электролита разъедается цинковая пластина. Электрическая энергия получается в элементе за счет расхода цинка, электролита и деполяризатора, а потому каж-

дый элемент обладает вполне определенным запасом энергии и может работать лишь определенное время.

Различные элементы характеризуются электродвижущей силой, максимальным разрядным током и емкостью.

Электродвижущая сила зависит от типа элемента, т. е. от материала его электродов, электролита и деполяризатора, и совершенно не зависит от размеров элемента, т. е. размеров электродов, а также от количества электролита и деполяризатора. У элементов, применяемых для питания радиоустановок, э.д.с. равна примерно 1,5 *в*. Во время работы элемента на замкнутую цепь напряжение на зажимах элемента всегда несколько меньше э.д.с., и оно уменьшается при увеличении тока.

Каждый элемент можно разряжать током не свыше определенной величины. Чрезмерно сильный ток вызовет ускоренную поляризацию, и напряжение быстро упадет до недопустимо низкой величины. Подобное явление в еще большей степени получается при коротком замыкании элемента, т. е. при соединении его полюсов проводником с малым сопротивлением. Поэтому следует работать с элементами, не допуская короткого замыкания. Нельзя испытывать элементы на «искру», соединяя друг с другом провода, идущие от полюсов. У большинства элементов максимально допустимый разрядный ток составляет доли ампера. Чем больше размеры элемента, тем больше максимальный разрядный ток. Значительное превышение этого тока приводит к быстрому истощению элемента.

Емкость элемента — это количество электричества, которое он способен отдать при разряде током не свыше максимально допустимого. Обычно емкость элементов измеряют в ампер-часах (*а-ч*), т. е. произведением разрядного тока в амперах на число часов работы элемента. При этом элемент считают окончательно разряженным, если напряжение у него уменьшилось на 50% по сравнению с первоначальной величиной. Один ампер-час есть количество электричества, протекающее в течение одного часа при токе в один ампер.

Нетрудно сообразить, что если элемент имеет, например, емкость 20 *а-ч*, а максимальный разрядный ток у него 100 *ма*, т. е. 0,1 *а*, то это значит, что его можно непрерывно разряжать током 100 *ма* в течение 200 часов, так как произведение величин 200 на 0,1 дает 20. Если разрядный ток будет вдвое меньше, т. е. 50 *ма*, то время разряда станет вдвое больше и составит 400 часов. Время работы элемента можно определить делением емкости в ампер-часах на величину разрядного тока в амперах, причем ток не должен превышать максимально допустимый.

Емкость элемента зависит от количества цинка, электролита и деполяризатора. Чем больше размеры элемента, тем больше количество входящих в его состав веществ и тем больше емкость. Кроме того, емкость зависит от величины разряд-

ного тока, а также от наличия перерывов во время разряда и от их длительности. Нормальная емкость элемента соответствует максимально допустимому разрядному току при непрерывном разряде. Если ток меньше максимального и если разряд происходит с перерывами, то емкость будет больше, а при токе свыше максимального емкость резко снижается. В силу этих обстоятельств расчет времени работы элемента по его нормальной емкости и величине разрядного тока всегда является приближенным.

ТИПЫ ЭЛЕМЕНТОВ

Наиболее широкое распространение получили элементы с деполяризатором в виде перекиси марганца. Они бывают наливные, сухие и водоналивные. Все три типа сходны по устройству. В последнее время наливные и водоналивные элементы встречаются редко.

Сухой элемент (рис. 15-2) имеет цинковый сосуд прямоугольной или цилиндрической формы, являющийся отрицательным электродом. Внутри него расположен положительный

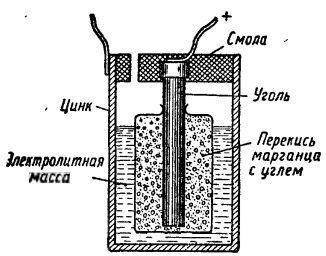


Рис. 15-2. Устройство сухого элемента в виде стаканчика

электрод в виде угольной палочки или пластинки, находящейся в мешке, наполненном смесью перекиси марганца с порошком угля или графита. Весь положительный электрод, состоящий из угольного стержня и мешка с деполяризующей массой, называют агломератом.

Деполяризующая смесь обычно спрессовывается и мешок снаружи связывается ниткой. Для устранения возможности замыкания между агломератом и цинком на нитку в нескольких местах надевают стеклянные бусы или надевают на мешок резиновые кольца. К цинку припаивается провод, являющийся отрицательным полюсом элемента. На верхнем конце угольного стержня закрепляют металлический колпачок, к которому

припаивается провод, служащий положительным полюсом. В качестве электролита применяется киселеобразная масса, составленная из нашатыря, крахмала и некоторых других примесей. Сверху элемент залит смолой, в которой оставлено маленькое отверстие для выхода газов. Напряжение сухого элемента несколько ниже, чем его э.д.с., равная 1,5 *в*, и составляет 1,3—1,4 *в*. При длительном разряде оно постепенно снижается и в конце разряда доходит до 0,7 *в*.

Сухие анодные батареи часто бывают собраны из так называемых галетных элементов. Они имеют положительный электрод в виде прессованного брикета из агломератной массы, обвернутого бумагой. Отрицательным электродом является цинковая пластинка. Между ней и агломератом проложен картон, пропитанный электролитом. Снаружи элемент покрыт хлорвиниловой пленкой. Для соединения друг с другом элементы просто накладывают один на другой. Чтобы цинк при этом имел лучший контакт с агломератом, наружную поверхность цинка покрывают специальным токопроводящим слоем.

Водоналивной элемент устроен аналогично сухому, но только на заводе его заполняют не электролитной массой, а порошком нашатыря и древесными опилками. В смоляной заливке у него имеется еще одно широкое отверстие с пробкой, через которое наливают воду, необходимую для первоначального приведения элемента в действие. Сухой элемент с момента сборки на заводе находится уже в готовом к разряду состоянии, а водоналивной элемент начинает работать лишь после заливки его водой.

В каждом элементе, имеющем электролит, даже при разомкнутой внешней цепи происходит так называемый саморазряд, в результате которого разъедается цинк, а также истощаются электролит и деполяризатор. Поэтому сухой элемент при хранении и бездействии портится, а электролит у него высыхает. Водоналивной элемент, не залитый водой, может храниться без всякой порчи очень долгое время.

В наливных элементах имеется стеклянный сосуд с раствором нашатыря, в котором находятся цилиндр из листового цинка и агломерат. При отсутствии нашатыря применяют с несколько худшими результатами раствор поваренной соли. Уровень электролита должен быть такой, чтобы треть или четверть агломерата оставалась в воздухе. Полезно добавить в электролит немного сахара, без которого цинк и агломерат сильно загрязняются мелкими кристаллами. Когда сухие или водоналивные элементы полностью разряжаются, то агломераты у них обычно еще могут работать и их можно использовать для устройства наливных элементов.

Помимо обычных сухих элементов, применяются также элементы с марганцово-воздушной деполяризацией (МВД). Они устроены аналогично сухим элементам, но положитель-

ный электрод у них сделан так, что к перекиси марганца по особым каналам поступает наружный атмосферный воздух. Кислород воздуха возмещает потерю кислорода перекисью марганца. В результате деполяризация может происходить более долго и емкость элемента значительно увеличивается. В смоляной заливке такого элемента сделаны отверстия для воздуха, которые должны быть открыты во время работы элемента, а во время бездействия их следует закрывать пробками. Воду в них наливать нельзя. По сравнению с обычными сухими элементами элементы с воздушной деполяризацией дают несколько меньшие э.д.с. и максимальный разрядный ток, но зато емкость у них может достигать сотен ампер-часов.

СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В БАТАРЕИ

Во многих случаях несколько элементов соединяют в батарею. Наиболее часто встречается последовательное соединение элементов, при котором положительный полюс одного элемента соединяется с отрицательным полюсом второго эле-

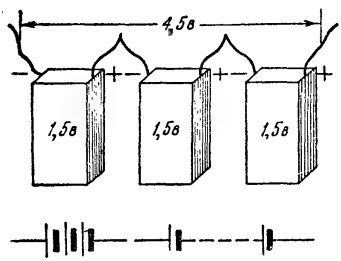


Рис. 15-3. Последовательное соединение элементов

мента, положительный полюс второго элемента—с отрицательным полюсом третьего и т. д. Отрицательный полюс первого элемента и положительный полюс последнего при этом остаются свободными и являются полюсами всей батареи (рис. 15-3). На схемах принято изображать батарею последовательно соединенных элементов без соединительных проводов между ними. Если число элементов велико, то показывают только первый и последний элементы и между ними штриховую линию. При последовательном соединении элементов э.д.с. возрастает во столько раз, сколько взято элементов. Максимальный разрядный ток и емкость при этом остаются такими же, как у одного элемента. Например, если соединены последовательно четыре элемента, каждый из которых имеет э.д.с. 1,5 *в*, емкость 8 *а-ч* и максимальный разрядный ток 100 *ма*, то

вся батарея будет иметь э.д.с. 6 *в*, емкость 8 *а-ч* и максимальный разрядный ток 100 *ма*. Последовательное соединение применяется всегда, когда требуется иметь большую э.д.с.

Реже встречается параллельное соединение, при котором соединяются вместе положительные полюсы всех элементов. образуя положительный полюс батареи, а отрицательный полюс батареи образуется путем соединения отрицательных полюсов всех элементов (рис. 15-4). При параллельном соединении э.д.с. батареи не увеличивается, но зато возрастают ем-

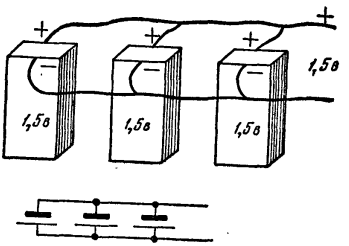


Рис. 15-4. Параллельное соединение элементов

кость и максимальный разрядный ток. Поэтому параллельное соединение применяют в случаях, когда нужно получить больший разрядный ток и бо́льшую емкость, чем у одного элемента. Пусть для примера соединены параллельно три элемента, имеющие э.д.с. 1,5 *в*, емкость 20 *а-ч* и максимальный разрядный ток 200 *ма*. Полученная батарея будет иметь э.д.с. 1,5 *в*, емкость 60 *а-ч* и максимальный разрядный ток 600 *ма*.

Иногда прибегают к смешанному соединению, при котором увеличиваются и э. д. с., и емкость, и максимальный разрядный ток. В этом случае обычно соединяют параллельно несколько групп элементов, а в каждой группе соединяют последовательно столько элементов, сколько нужно для получения необходимой э. д. с. Число параллельных групп определяется необходимой величиной максимального разрядного тока. Например, если нужна батарея на 4 *в*, дающая ток 200 *ма*, а имеются элементы с максимальным разрядным током в 100 *ма*, то следует взять шесть элементов и соединить их в две параллельные группы, по три элемента последовательно в каждой группе. Тогда батарея будет иметь э. д. с. 4,5 *в* и от нее можно будет получить ток в 200 *ма* (рис. 15-5).

Желательно вообще составлять батареи в виде последовательного соединения элементов с достаточным разрядным током. Включение дополнительных элементов по принципу смешанного соединения иногда применяют для повышения на-

пряжения батареи, если элементы сильно истощились. Во время бездействия батареи с параллельным или смешанным сое-

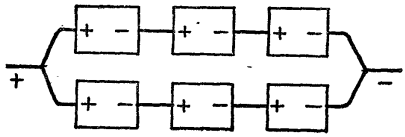


Рис. 15-5. Смешанное соединение элементов

динением рекомендуется разъединять друг от друга параллельные группы, так как за счет некоторой разницы в величине э. д. с. одна группа может разряжаться на другую.

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ СУХИХ ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ

Сухие элементы и батареи часто отказывают в работе еще до того, как у них наступил полный разряд. В большинстве случаев причиной этого является высыхание электролита, которое приводит к увеличению внутреннего сопротивления элементов и уменьшению рабочего напряжения. Такие высохшие элементы приходится заменять новыми. Однако элемент, у которого напряжение снизилось до 1 *в*, еще не полностью разряжен. Поэтому возможно его дальнейшее использование при разряде до напряжения 0,7 *в*.

Прежде всего можно осуществить смешанное соединение элементов (или батарей), комбинируя старые элементы (или батареи) с новыми. Поясним это следующим примером. Пусть для получения напряжения накала 2 *в* использовалась бата-

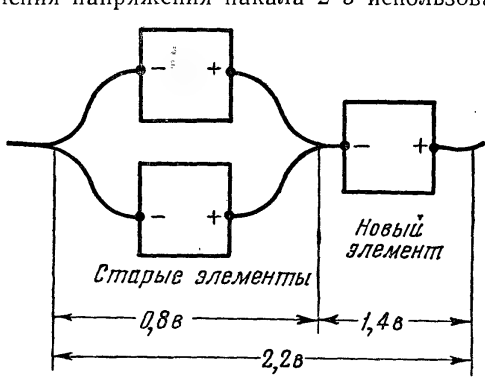


Рис. 15-6. Смешанное соединение старых и новых элементов

рея из двух последовательно соединенных элементов. Вначале она давала напряжение порядка 3 *в* и избыток напряжения 1 *в* поглощался в реостате. По истечении известного времени напряжение каждого элемента снизилось до 0,8 *в* и напряжение батареи 1,6 *в* стало недостаточным. Чтобы использовать полностью энергию батареи, теперь следует составить новую батарею. Два старых элемента соединяют параллельно и последовательно с ними включают новый элемент (рис. 15-6). Общее напряжение такой батареи равно 0,8+1,5=2,3 *в*, и старые элементы еще смогут проработать некоторое время.

Следует иметь в виду, что параллельное соединение элементов дает некоторое увеличение их напряжения, так как через каждый элемент проходит меньший ток и поэтому уменьшается потеря напряжения на их внутреннем сопротивлении.

Старые элементы в отключенном состоянии частично восстанавливают свое напряжение. Поэтому при использовании старых элементов вместе с новыми необходимо пользоваться реостатом накала. Сразу после включения приходится гасить излишек напряжения в реостате, а затем его сопротивление постепенно уменьшают. Если старых элементов имеется много, то следует пользоваться ими поочередно, давая каждому элементу возможность «отдохнуть».

Чтобы электролит в элементах высыхал медленнее, надо элементы и батареи держать в прохладном, но не сыром месте. Нельзя располагать их вблизи отопительных приборов и надо защищать от прямого попадания лучей солнца. Если элементы с воздушно-марганцевой деполяризацией длительное время не используются, то дыхательные отверстия у них закрываются пробками.

Работоспособность высохшего элемента можно частично восстановить, если ввести внутрь элемента некоторое количество кипяченой воды. У обычных сухих элементов для наливания воды надо сделать в смоляной заливке отверстие, а у элементов типа МВД вода наливается в одно из дыхательных отверстий. После наливания воды включение таких элементов рекомендуется делать через несколько часов. Если в дальнейшем элементы опять высохнут, то в них снова доливают воду.

Иногда после заливки воды обнаруживается, что цинковый сосуд элемента дает течь. Небольшое отверстие в цинке можно залить смолой. Но если цинк сильно разрушен, то восстановление такого элемента можно осуществить лишь путем переделки его в наливной элемент, о чем рассказано в следующем разделе этой главы.

САМОДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ

Сухие элементы любого типа с разъеденными цинковыми электродами переделывают в наливные элементы (галетные анодные батареи восстанавливать и переделывать невозмож-

но). Проще всего удалить у элемента картонную оболочку и поместить его в банку с раствором нашатыря или поваренной соли. В таком виде элемент может еще проработать некоторое время. Однако лучшие результаты дает следующий способ. Элементы осторожно разбирают, стараясь не поломать угольные электроды и не оторвать от них проводнички. Необходимо удалить смоляную заливку, отделить цинковый электрод от агломерата, очистить электроды от остатков электролита и тщательно промыть их в теплой воде. Чтобы легче было удалить смолу, элемент погружают в горячую воду. Если цинк отделить трудно, то его разрезают.

Желательно сделать новые цинковые электроды, согнув их из кусков листового цинка и припаяв к ним проводнички. При невозможности осуществить пайку цинк разрезают вдоль одного края и отгибают полоску, к концу которой крепко прикручивают проводничок (рис. 15-7). Доставая листовой цинк, надо не путать его с оцинкованным железом, которое не годится для элементов. Когда цинковый электрод разобранного элемента разъеден не слишком сильно, то у него срезают дно и используют оставшуюся часть для собираемого наливного элемента.

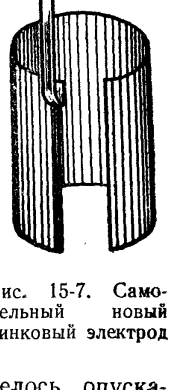


Рис. 15-7. Самодельный новый цинковый электрод

В качестве сосудов берут подходящего размера любые фарфоровые, стеклянные или глиняные, глазированные внутри банки, стаканы и т. д. Металлические или эмалированные сосуды не годятся. Стеклянные банки для элементов можно сделать самому, если обрезать верхние сужающиеся части у бутылок. Для этого существует несколько способов. Один из них состоит в том, что бутылку обвязывают тонкой веревочкой, которую смачивают бензином или керосином и поджигают. Дав ей немного погореть, чтобы стекло около веревочки нагрелось, опускают бутылку в воду или поливают ее водой. Стекло лопается по окружности бутылки и верхняя ее часть с горлышком отделяется. Другой способ требует изготовления из проволоки толщиной примерно 1,5—3 *мм* кольца диаметром чуть меньше диаметра широкой части бутылки. Кольцо это разогревают в печке докрасна и надевают на бутылку, а через несколько секунд его снимают и также поливают водой бутылку или погружают ее в воду. Острые края полученной банки следует зашлифовать точильным камнем или кирпичом.

Маленькие сосуды для элементов анодных батарей можно также делать в виде прямоугольных коробочек или круглых стаканчиков из плотной толстой бумаги или тонкого картона. Их лучше и проще не склеивать, а сшивать нитками. Каждый

такой бумажный сосуд проваривают в расплавленной смоле. Вместо смолы можно применить воск, парафин или сапожный вар.

Электролит для описываемых самодельных элементов представляет собой раствор нашатыря или поваренной соли (примерно 30 *г* на стакан воды) с добавкой небольшого количества сахара. При наличии в электролите сахара на электродах постепенно образуются крупные кристаллы, которые легко

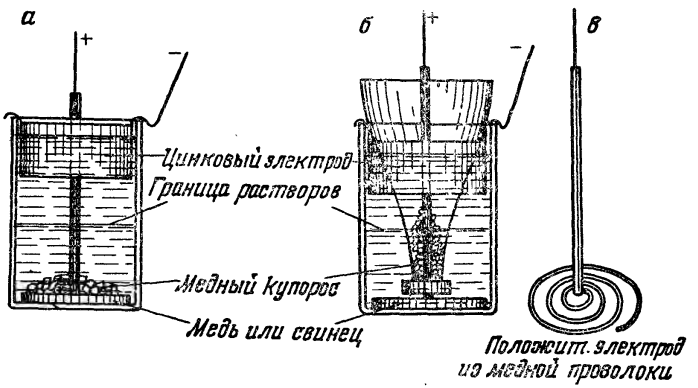


Рис. 15-8. Устройство самодельного медно-цинкового элемента

счищаются. Агломерат должен находиться в растворе не более чем на $^2/_3$. Чтобы колпачки, надетые на угольные электроды, и места припайки проводов к электродам не окислялись и не покрывались зеленью, их надо тщательно смазать вазелином или каким-либо лаком. Можно применить для этой цели смолу или воск.

Вторым типом самодельных элементов являются медно-цинковые элементы. На рис. 15-8 показаны две возможные конструкции таких элементов большого размера для накала ламп. Сосуды применяются такие же, как и для описанных выше элементов, но желательно, чтобы они были прозрачными. Если сосуды изготовляют из бутылок, то для второй конструкции используют также отрезанные верхние части бутылок в виде воронок.

Положительный электрод находится на дне сосуда; его делают из круглой медной или свинцовой пластины или в виде спирали из медной проволоки (рис. 15-8,*в*). Отвод от положительного электрода, идущий вверх, следует обмазать смолой, воском или варом, чтобы он был изолирован от электролита. Отрицательный электрод делают из листового цинка; он имеет форму цилиндра, занимающего верхнюю часть со-

суда. На положительный электрод насыпают 20—30 *г* медного купороса («синего камня»), а затем наливают воду, уровень которой должен немного не доходить до верхнего края цинка. Чтобы элемент быстрее начал действовать, в воду добавляют несколько капель раствора поваренной соли. Медный купорос постепенно растворяется и нижняя часть раствора становится синей. Рекомендуется после сборки элемента замкнуть его накоротко на 10—15 минут, после чего уже можно будет пользоваться элементом для питания ламп. Если в конструкции элемента применена стеклянная воронка, то медный купорос насыпают в нее.

Во время работы элемента синий раствор медного купороса должен находиться в нижней части сосуда. Нельзя допускать, чтобы он доходил до цинка, так как тогда действие элемента резко ухудшится и цинк будет быстро разъедаться. Поэтому такие элементы нельзя переносить и трясти. Они должны работать в неподвижном состоянии. Если раствор медного купороса подходит близко к цинку, то надо на некоторое время замкнуть элемент накоротко; тогда количество раствора медного купороса уменьшится. А когда постепенно от работы его количество становится меньше и он светлеет, надо понемногу добавлять новые кристаллы. В верхней части сосуда образуется бесцветный раствор цинкового купороса. С течением времени он становится слишком крепким, что вредно для работы элемента и вызывает образование мелких кристаллов на цинке и на краях сосуда. В этом случае следует удалить часть раствора и добавить в элемент воду. Края сосуда и цинкового электрода желательно смазать вазелином.

Медно-цинковые элементы дают э. д. с. около 1 *в*. Напряжение во время работы у них равно 0,8—0,9 *в*. Максимальный разрядный ток у элементов большого размера, например собранных в сосудах из бутылок, не превышает 50—100 *ма*. Их недостатками являются значительный расход цинка и медного купороса, а также то, что они боятся сотрясений и требуют наблюдения за уровнем медного купороса. Цинковый электрод приходится время от времени сменять, но положительный электрод не расходуется. Подобные элементы в маленьких сосудах устраивают и для анодных батарей. Их делают обычно без воронок (рис. 15-8,*а*), причем цинковые электроды для упрощения могут быть в виде прямых полосок. Для защиты от пыли самодельные элементы любого типа желательно закрывать крышками из картона, пропитанного смолой, воском или лаком.

Помимо рассмотренных элементов, в последнее время разработаны новые типы элементов с воздушной деполяризацией, в частности железо-угольные элементы, в которых цинк заменен железом. Однако пока еще они не поступили в массовое производство, а изготовляются лишь опытными сериями.

КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

По сравнению с гальваническими элементами аккумуляторы обладают более постоянным напряжением и могут давать более сильные разрядные токи. Срок службы у них значительно больше, чем у гальванических элементов. При правильном уходе аккумуляторы могут работать много лет.

Однако недостатком аккумуляторов является необходимость периодической зарядки их от источника постоянного тока. Поэтому для питания радиоустановок аккумуляторы применяют только в случае, если есть возможность такой зарядки.

Простейший кислотный или свинцовый аккумулятор состоит из двух свинцовых пластин в растворе серной кислоты. Чтобы такой аккумулятор дал электродвижущую силу, его нужно сначала зарядить, т. е. пропустить через него постоянный ток. Во время заряда происходит химическое разложение серной кислоты, причем на катоде выделяется водород, а на аноде — кислород. Последний окисляет поверхность анодной пластины, которая покрывается коричневым слоем перекиси свинца, а катодная пластина остается чисто свинцовой. В результате получается элемент, имеющий две разнородные пластины в растворе кислоты. Если теперь отсоединить заряжающий источник, то окажется, что аккумулятор обладает некоторой э. д. с. и при включении на какое-нибудь внешнее сопротивление может дать ток.

При разряде аккумулятора химические процессы происходят в обратном порядке, так как направление тока противоположно направлению зарядного тока: на положительной пластине выделяется водород, а на отрицательной — кислород. Благодаря этому через некоторое время обе пластины становятся одинаковыми по химическому составу своей поверхности, но уже не чисто свинцовыми, а покрытыми окисями свинца, и тогда э. д. с. аккумулятора уменьшается до нуля. Но если аккумулятор снова зарядить, то он опять будет давать ток, пока не разрядится. Аккумулятор при заряде как бы накапливает электроэнергию, а при разряде отдает ее. Само слово аккумулятор означает накопитель. Электрическая энергия накапливается в аккумуляторе не непосредственно, а путем образования новых химических веществ, возникающих при заряде. Энергия зарядного тока расходуется на создание новых веществ, а при разряде они разлагаются и почти полностью отдают эту энергию. Нормально аккумулятор отдает примерно 75% энергии, полученной при заряде.

Свинцовый аккумулятор имеет э. д. с. 2 *в*. Рабочее напряжение у него можно считать равным э. д. с. К концу заряда э. д. с. поднимается до 2,7 *в*, но при разряде быстро падает до 2 *в*, а затем держится почти постоянной до конца разряда.

Лишь в самом конце разряда э. д. с. быстро падает до 1,8 *в*. Ниже этого напряжения разряжать аккумулятор не следует.

Аккумулятор, состоящий из двух свинцовых пластин, мало пригоден для практического использования. Он обладает слишком малой емкостью и, следовательно, может давать

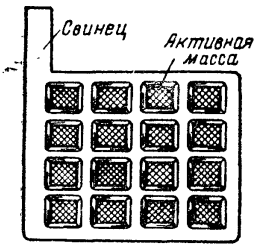


Рис. 15-9. Пластина кислотного аккумулятора

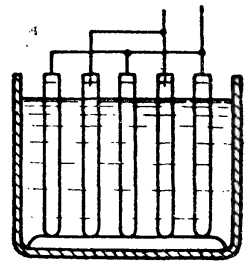


Рис. 15-10. Принцип устройства многопластинчатого аккумулятора

ток лишь очень непродолжительное время, так как слой перекиси свинца, получающийся при заряде, очень тонкий. Пластины современных аккумуляторов делают не сплошными, а решетчатыми и заполняют активной массой, состоящей из окисей свинца (рис. 15-9). Такие пластины дают значительную емкость. Для увеличения емкости в аккумулятор ставят более двух пластин, например пять, семь или девять, причем число отрицательных пластин обычно на одну больше, чем положительных. Располагают пластины поочередно так, что используется поверхность с обеих сторон (рис. 15-10); только у двух крайних пластин действуют лишь внутренние поверхности. Чтобы пластины не замкнулись, между ними помещают изоляционные прокладки. Отрицательные пластины обычно имеют серый цвет, положительные — красновато-коричневый.

Электролит приготовляется из химически чистой серной кислоты и дистиллированной или снеговой воды. Загрязненный электролит, приготовленный из недостаточно чистой кислоты на простой воде, содержащей примеси, может испортить аккумулятор. Плотность электролита должна быть примерно 1,2. Ее измеряют с помощью ареометра, представляющего собой запаянную стеклянную трубочку, в нижней части которой имеется груз, а выше расположена бумажная шкала с делениями, соответствующими различным плотностям. Чем меньше плотность раствора, тем глубже опускается ареометр в раствор, плавая в вертикальном положении. Отсчет плотности ведется по уровню раствора.

При приготовлении электролита нужно кислоту лить тон-

кой струей в воду, непрерывно размешивая раствор чистой стеклянной палочкой. Нельзя лить воду в кислоту, так как тогда получается сильное нагревание и даже кипение с разбрызгиванием кислоты, которая может испортить одежду и вызвать ожоги. Во время работы с кислотой необходимо иметь под руками какую-либо щелочь, например раствор соды. Если кислота попадет на тело или одежду, то это место для нейтрализации кислоты надо сейчас же смочить раствором щелочи. Электролит наливают в аккумулятор так, чтобы уровень его был несколько выше пластин. Сверху аккумулятор имеет отверстия для наливания электролита, закрытые пробками. Для выхода газов пробки имеют небольшие дырочки.

Сосуды аккумуляторов делают эбонитовые или из пластмассы (иногда стеклянные). Для защиты от повреждений их устанавливают обычно в деревянном ящике, окрашенном асфальтовым или каким-либо другим лаком, защищающим дерево от разъедающего действия серной кислоты. Выводы от положительного и отрицательного полюсов с помощью толстых свинцовых проволок присоединяют к зажимам, укрепленным на ящике. Некоторые типы аккумуляторов делаются в виде блоков из пластмассы без деревянных ящиков (рис. 15-11).

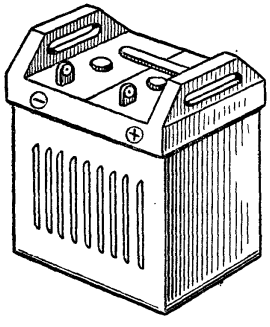


Рис. 15-11. Внешний вид кислотного аккумулятора для накала

Заряжают аккумуляторы всегда постоянным током. Плюс аккумулятора при заряде соединяют с плюсом заряжающего источника, а минус — с минусом. Напряжение заряжающего источника должно быть несколько выше, чем э.д.с. аккумулятора. Избыток напряжения поглощается в реостате, т. е. в добавочном сопротивлении, включенном в один из проводов, идущих к аккумулятору. Иногда для контроля величины тока включают амперметр. Величина зарядного тока не должна быть больше одной десятой числа ампер-часов емкости аккумулятора. Например, максимальный зарядный ток для аккумуляторов емкостью в 40 *а-ч* равен 4 *а*. При таком токе нормальный заряд аккумулятора длится около 12 часов. Если заряд производить меньшим током, что вполне допустимо и даже желательно, то время заряда соответственно удлинится. Когда производится первичная зарядка, т. е. заряжается новый, еще не работавший аккумулятор, то обычно делают более продолжительный заряд, повторяя его несколько раз и разряжая аккумулятор в промежутках между зарядами. Точ-

ные правила заряда всегда указываются в инструкции, прилагаемой к аккумулятору.

Когда аккумулятор разряжен, то его э. д. с. в начале заряда равна 1,8 *в* на каждый элемент, а в конце заряда она повышается до 2,7 *в*. Конец заряда определяется по бурному выделению газа в электролите, который как бы «кипит». Конец заряда можно установить и по возрастанию э. д. с. аккумулятора до 2,7 *в* на каждый элемент. Обычно дают аккумулятору «покипеть» час-два, а затем считают заряд оконченным. Необходимо помнить, что из аккумулятора выделяются водород и кислород, смесь которых составляет гремучий газ, легко взрывающийся от искры или пламени. Поэтому к аккумулятору нельзя подносить зажженные предметы.

При разряде аккумуляторов надо соблюдать следующие правила. Максимальный разрядный ток не должен превышать $^1/_{10}$ емкости аккумулятора. При меньшем разрядном токе емкость аккумуляторов возрастает. Нужно остерегаться короткого замыкания аккумулятора, которое еще более опасно, чем у гальванических элементов. Ток при коротком замыкании получается очень большой и вызывает порчу аккумулятора; пластины его коробятся и из них выпадает активная масса, которая может создать короткое замыкание между пластинами. Нельзя пробовать аккумулятор «на искру», соединяя его полюсы накоротко. Как только э. д. с. при разряде понизится до 1,8 *в* на каждый элемент, нужно не позднее чем через сутки поставить аккумулятор на заряд, иначе пластины у него покроются белым налетом сернокислого свинца, называемого сульфатом. Он сильно снижает емкость аккумулятора, а удалить его с пластин очень трудно.

Аккумулятор постепенно разряжается, даже находясь в бездействующем состоянии. Такой саморазряд увеличивается при наличии различных примесей в электролите и в пластинах. Кроме того, аккумулятор может разряжаться через плохую изоляцию между выводами, если, например, его зажимы укреплены на дереве, которое пропиталось кислотой. Необходимо тщательно вытирать кислоту и следить за хорошей изоляцией между выводами. Быстрый саморазряд бывает также при коротком замыкании между пластинами внутри аккумулятора. Чтобы не было полного саморазряда, необходимо аккумулятор заряжать через каждый месяц, даже если он не разрядился полностью или совсем не работал. Вообще не рекомендуется оставлять заряженный аккумулятор долго без работы. Лучше его разрядить, вылить кислоту и многократно промыть водой.

При снижении уровня электролита от испарения нужно доливать дистиллированную воду, но не кислоту. Все выступающие наружу свинцовые выводы от пластин и зажимы надо смазывать вазелином, предварительно очищая с них окись.

Нельзя допускать загрязнения аккумулятора и попадания в него пыли. Свинцовые аккумуляторы боятся сильных сотрясений и толчков. Во время заряда из аккумуляторов выделяются вредные для дыхания пары и поэтому заряд не следует производить в жилом помещении.

ЩЕЛОЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Щелочные аккумуляторы по сравнению с кислотными значительно легче по весу, не боятся толчков и тряски, не портятся от коротких замыканий, от больших зарядных и разрядных токов, могут оставаться долгое время в разряженном состоянии. Но щелочные аккумуляторы значительно дороже свинцовых и имеют меньшую э. д. с. Они дают при разряде не более 65% энергии, полученной во время заряда. Электролитом в щелочных аккумуляторах служит раствор едкого кали или едкого натра. Сосуды делаются железные, никелированные. Пластины представляют собой железные рамки с плоскими коробками из тонкого листового железа, имеющего много отверстий. Эти коробки наполнены активной массой, состоящей для положительных пластин из окиси никеля и графита, а для отрицательных пластин — из окислов металлов кадмия и железа. Аккумуляторы с такими пластинами называются кадмиево-никелевыми. Кроме того, встречаются еще железо-никелевые аккумуляторы, у которых активная масса имеет несколько другой состав и не содержит кадмия. Свойства обоих типов примерно одинаковы.

Рис. 15-12. Внешний вид щелочного аккумулятора

Положительные пластины обычно соединяются с сосудом аккумулятора, отрицательные пластины изолируются от него. По внешнему виду положительные пластины несколько толще отрицательных и имеют никелировку. Их берется на одну больше, чем отрицательных пластин. Батареи аккумуляторов часто собираются в деревянных ящиках, в которых отдельные элементы изолируются друг от друга. На рис. 15-12 показан внешний вид щелочного аккумулятора. Отдельные элементы снабжаются герметически завинчивающимися железными пробками, защищающими электролит от вредного влияния углекислого газа, имеющегося в воздухе. Для выхода газов эти пробки имеют специальные резиновые клапаны. Плотность электролита должна быть примерно равна 1,2.

Э. д. с. у щелочных аккумуляторов ниже, чем у кислотных, и менее постоянна. Рабочей величиной можно считать 1,25 *в*. В начале разряда э. д. с. достигает 1,4 *в*, а когда напряжение падает до 1 *в*, то следует считать разряд оконченным и надо ставить аккумулятор на заряд. Нормальный заряд щелочных аккумуляторов продолжается шесть часов, причем ток должен составлять $^1/_4$ емкости. Например, если емкость аккумулятора 10 *а-ч*, то его необходимо заряжать шесть часов током в 2,5 *а*.

Нормальный разрядный ток принимается равным $^1/_8$ емкости, и, следовательно, нормальный разряд продолжается восемь часов. Иначе говоря, нормальный разрядный ток в два раза меньше нормального зарядного тока. Однако эти токи можно увеличить. Допускается ускоренный заряд в течение четырех часов, причем сначала аккумулятор заряжают два с половиной часа — током в два раза больше нормального, а затем полтора часа — током нормальной величины. Когда аккумулятор разряжают слабым током, то его пластины постепенно становятся менее активными и уменьшают емкость, поэтому рекомендуется один раз в месяц делать усиленный заряд. Его проводят шесть часов нормальным током, а затем шесть часов током вдвое меньше нормального, после чего делают нормальный разряд.

«Кипение» электролита у щелочных аккумуляторов происходит в течение всего заряда и не может служить признаком конца заряда. Последний определяется главным образом по времени заряда и по величине э. д. с. каждого элемента. Вообще рекомендуется лучше перезарядить, чем недозарядить щелочной аккумулятор. Во время заряда и в течение двух-трех часов после него пробки из аккумулятора должны быть вынуты. Электролит у щелочных аккумуляторов имеет неприятную особенность: он образует мелкие кристаллы, которые покрывают внутри стенки сосуда и «выползают» наружу, загрязняя выводы от пластин. Для устранения этого необходимо в каждый элемент добавить несколько капель вазелинового масла, а также смазывать все части на крышке вазелином. Один раз в шесть месяцев желательно сменить электролит.

При низкой или высокой температуре щелочные аккумуляторы весьма заметно снижают емкость. Для уменьшения такой потери емкости летом или вообще при температуре выше 10° тепла следует применять в качестве электролита раствор едкого натра плотностью 1,18. В крайнем случае можно использовать раствор едкого кали плотностью 1,17. Заряд в жаркую погоду рекомендуется делать вечером и ночью. Зимой при температуре ниже нуля нужно применять электролит из едкого кали, причем для температуры ниже 10° мороза плотность его должна быть 1,3. Для приготовления электролита, помимо стеклянных сосудов, можно пользоваться и железными.

Едкая щелочь, как и кислота, может испортить одежду и вызвать ожоги на теле. Для нейтрализации щелочи нужно иметь под руками раствор борной кислоты или уксус.

В последнее время разработаны некоторые новые типы аккумуляторов (газовые, серебряно-цинковые, никель-цинковые). Их исследование и усовершенствование продолжается, и можно ожидать, что в дальнейшем они также будут с успехом применяться для питания радиоустановок.

ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Для питания сельских радиоустановок большой интерес представляют ветроэлектрические станции. Их главной составной частью является мачта с ветроколесом, от которого получает вращение генератор постоянного или переменного тока. Кроме того, имеются хвостовое устройство, поворачивающее ветроколесо так, чтобы действие ветра на него было наиболее сильным, тормозное приспособление для остановки ветроколеса и стабилизирующее устройство, поддерживающее скорость вращения ветроколеса в определенных границах.

Поскольку ветер бывает не всегда, то ветроэлектростанция обязательно имеет аккумуляторную батарею сравнительно большой емкости. Эта батарея заряжается от генератора непосредственно, если применен генератор постоянного тока, или через селеновый выпрямитель, если используется генератор переменного тока. При достаточно сильном ветре аккумуляторы автоматически подключаются к генератору и подзаряжаются, а при отсутствии ветра или слабом ветре аккумулятор питает радиоустановку. Обычно питание анодных цепей осуществляется через преобразователь напряжения, а цепи накала питаются непосредственно от аккумулятора.

Примером ветроэлектростанции может служить станция типа ВЭ-2, разработанная Центральным аэродинамическим институтом и предназначенная для питания небольших радиотрансляционных узлов. Она имеет мачту высотой 8 *м*, на которой установлены ветроколесо с двумя лопастями, хвостовое устройство, центробежный регулятор и генератор переменного тока. При изменении скорости ветра от 3,5 до 25 *м* в секунду скорость вращения ветроколеса изменяется от 300 до 750 оборотов в минуту. Мощность постоянного тока, полученного после выпрямления, при этом получается от 5 до 140 *вт*. Выпрямленное напряжение равно 13—14 *в*.

Несколько удачных конструкций ветроэлектростанций разработано во Всесоюзном научно-исследовательском институте электрификации сельского хозяйства. Некоторые из этих ветроэлектростанций могут быть построены своими силами в простейшей колхозной кузнице или мастерской.

Если близко от радиоустановки протекает река, то возмож-

но устройство самодельной маломощной гидроэлектрической станции. О такой электроустановке рассказано в литературе, указанной в конце книги.

ПИТАНИЕ БАТАРЕЙНЫХ ПРИЕМНИКОВ ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для питания батарейных приемников от сети переменного тока нужно изготовить два выпрямителя: один для питания анодов ламп, а другой для питания накальных цепей.

При питании подобных приемников от выпрямителей следует особое внимание уделять сглаживающим фильтрам. Не-

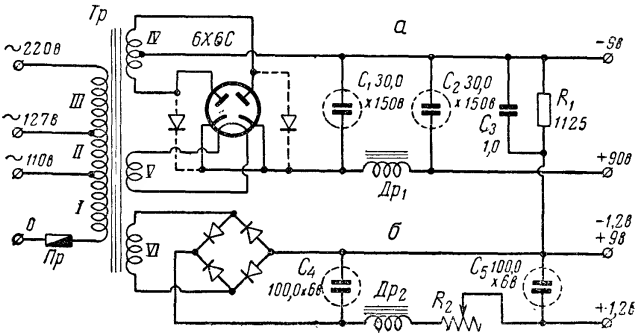


Рис. 15-13. Принципиальная схема выпрямителей: *а* — выпрямитель для питания анодных и экранных цепей лампового приемника; *б* — выпрямитель для питания накальных цепей ламп приемника

достаточная фильтрация выпрямленного напряжения приведет к сильному фону переменного тока. Поэтому в таких выпрямителях применяют дроссели большой индуктивности и конденсаторы большой емкости.

Ниже приводится описание выпрямительного устройства для питания батарейных приемников «Родина-52», «Искра», «Киев-Б-2».

Принципиальная схема выпрямителей приведена на рис. 15-13,*а*. Как видно из схемы, оба выпрямителя имеют общий силовой трансформатор *Тр*. Первый выпрямитель собран по двухполупериодной схеме на двойном диоде 6Х6С. Этот выпрямитель предназначен для питания анодных и экранных цепей ламп приемника. На выходе выпрямителя получается напряжение 90 *в* при токе 8 *ма*. В фильтр этого выпрямителя входят электролитические конденсаторы C_1 и C_2 и дроссель *Др*.

В приемниках «Родина-52» и «Искра» отрицательное напряжение смещения на управляющие сетки выходных ламп подается от специальной батареи, входящей в комплект питания приемников. В выпрямителе необходимое напряжение смещения (9 *в*) получается за счет падения напряжения на сопротивлении R_1 при прохождении по нему анодного тока ламп приемника.

Вместо лампы 6Х6С в этом выпрямителе можно применить плоскостные полупроводниковые диоды типа ДГ-Ц24—ДГ-Ц27 или Д7Г — Д7Ж. Включение диодов показано на схеме пунктиром. При применении полупроводниковых диодов обмотка *V* силового трансформатора не нужна.

Второй выпрямитель (рис. 15-13,*б*) собран по мостовой схеме на плоскостных полупроводниковых диодах типа ДГ-Ц21, ДГ-Ц22 или Д7А, Д7Б. Этот выпрямитель дает напряжение 1,2 *в* при токе 300 *ма* и служит для питания накальных цепей ламп приемника. В случае применения этого выпрямителя для питания приемника «Родина-52» следует применять диоды типа Д-202, Д-203, рассчитанные на больший ток (400 *ма*), или селеновые шайбы диаметром не менее 45 *мм*. При этом в каждом плече можно применить по одной шайбе. Сглаживание выпрямленного напряжения осуществляется фильтром, состоящим из электролитических конденсаторов C_4, C_5 и дросселя $Др_2$. Реостат R_2 служит для подгонки накального напряжения на выходе выпрямителя.

Данные силового трансформатора *Тр*, примененного в выпрямительном устройстве, следующие: сердечник из пластин Ш-20, толщина набора 30 *мм;* сетевые обмотки *I, II, III* содержат по 880+136+745 витков. Первые две секции (880 и 136 витков) служат для включения сети 110 и 127 *в*, намотаны проводом ПЭЛ 0,29—0,31, секция *III*, содержащая 745 витков, намотана проводом ПЭЛ 0,18—0,2; обмотка *IV* имеет 880+ +880 витков провода ПЭЛ 0,08—0,1; обмотка *V* (накал кенотрона) — 48 витков провода ПЭЛ 0,32—0,35 и обмотка накала ламп *VI* — 65 витков ПЭЛ 0,35—0,4.

Между сетевой обмоткой и остальными нужно намотать один слой провода ПЭЛ 0,1—0,2, один конец этой обмотки следует заземлить.

Дроссель $Др_1$ имеет сердечник Ш-12, набор 16 *мм;* обмотка наматывается проводом ПЭЛ 0,08 и содержит 4000—5000 витков. Дроссель $Др_2$ имеет такой же сердечник, его обмотка наматывается проводом ПЭЛ 0,4 до заполнения катушки.

Монтировать этот выпрямитель можно на деревянном или металлическом шасси. При применении деревянного шасси сердечники дросселей и трансформатора следует соединить между собой и заземлить.

Налаживать выпрямитель можно, не присоединяя к нему приемник. Для этого к выходу выпрямителей следует подклю-

чить эквивалентные сопротивления и при помощи вольтметра установить необходимые напряжения. Приводим величины этих сопротивлений для различных приемников: «Родина-52» — накальная цепь имеет 2,3 *ом*, анодная — 7500 *ом*; «Искра» и «Киев Б-2» — накальная цепь — 4,0 *ом*, анодная — 12 500 *ом*. Сопротивления, подключаемые на выход накального выпрямителя, нужно брать проволочные, рассчитанные на ток 0,4 *а*, а к анодному выпрямителю — на мощность рассеяния 1 *вт*.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР

Для питания батарейных приемников нашей промышленностью разработаны и выпускаются термоэлектрогенераторы нескольких типов.

Первое практическое применение термоэлектрогенераторов как автономных источников питания было осуществлено в Советском Союзе.

Работа термоэлектрогенераторов — приборов, непосредственно превращающих тепловую энергию в электрическую, основана на использовании термоэлектрического эффекта, сущность которого заключается в том, что при нагревании места спая двух разных металлов между их свободными концами, имеющими более низкую температуру, возникает разность потенциалов — термоэлектродвижущая сила.

В настоящее время серийно выпускается термоэлектрогенератор ТЭГК-2-2. Он имеет две независимые батареи: анодную для питания анодно-сеточных цепей, дающую напряжение 80—100 *в* при токе 10—12 *ма*, и накальную для питания цепей накала, дающую напряжение 1,2—1,4 *в* при силе тока 0,5—0,6 *а*.

В термоэлектрогенераторе применены оригинальные термоэлектрические батареи, состоящие из большого числа термоэлементов, соединенных последовательно. Материалом для изготовления положительных ветвей каждого элемента служит сурьмяно-цинковый сплав с небольшими примесями других металлов. Для отрицательных ветвей служит медно-никелевый сплав типа константан.

В качестве теплового источника для термоэлектрогенератора используют 20-линейную керосиновую лампу. Вместо обычного стекла на лампу устанавливают укороченное жаропрочное стекло.

Электрическая энергия ТЭГК-2-2 вполне обеспечивает питание приемников «Родина-52», «Искра» и «Новь». Отдаваемая генератором ТЭГК-2-2 мощность 2 *вт*.

Термоэлектрогенераторы имеют преимущество перед гальваническими батареями (например, срок службы ТЭГК-2-2 составляет 5000 часов, термоэлектрогенераторы не боятся коротких замыканий, выдерживают любые сроки хранения).

Керосиновая лампа термоэлектрогенератора одновременно может использоваться в качестве светильника.

Разработана и подготовлена к производству серия малогабаритных термоэлектрогенераторов для питания батарейных радиоприемников, выполненных на транзисторах.

На рис. 15-14 показан термоэлектрогенератор ТЭГК-6, предназначенный для питания приемника «Родина-59». ТЭГК-6 имеет две термобатареи: анодную, напряжение которой равно 6 *в* при токе 130 *ма*, и накальную, дающую напряжение 1,2 *в* при токе 130 *ма*. Отдаваемая генератором ТЭГК-6 мощность 1 *вт*. Он предназначен для работы с десятилинейной керосиновой лампой. Срок службы термоэлектрогенератора 6000 часов. Расход керосина 20—25 *г* в час.

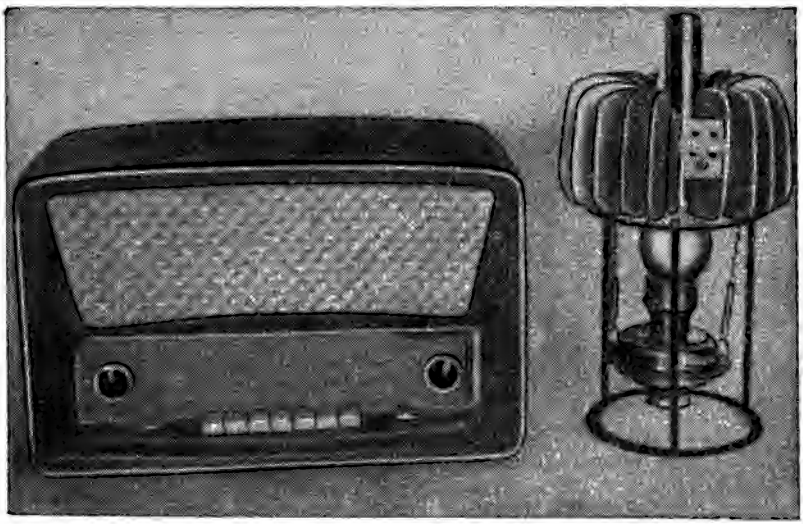


Рис. 15-14. Внешний вид термоэлектрогенератора ТЭГК-6

На рис. 15-15 показан термоэлектрогенератор ТЭГК-9, предназначенный для питания радиоприемников типа «Восход», «Минск», выполненных на транзисторах. Он имеет одну термобатарею, дающую 9 *в* при токе 40—50 *ма*. Отдаваемая мощность 350 *мвт*. Термоэлектрогенератор работает от десятилинейной керосиновой лампы. Срок его службы около 10 000 часов. Расход керосина 15—20 *г* в час.

На рис. 15—16 показан термоэлектрогенератор ТГК-10, предназначенный для питания малых колхозных радиоузлов. В качестве источника тепла применяется обычная керосино-

вая горелка. В отличие от вышеописанных термогенераторов, в данном случае горючее расходуется только на нагрев термобатарей и не используется для освещения.

Термоэлектрогенератор имеет две самостоятельные термобатареи, одна из которых служит для питания цепей накала, а другая — для питания анодных цепей через вибропреобразователь. Термобатарея накала дает напряжение 1,2 *в* при токе 0,7 *а*, анодная — 10 *в* при токе 1 *а*. Общая мощность термоэлектрогенератора 10—12 *вт*. Срок службы превышает 4000 часов.

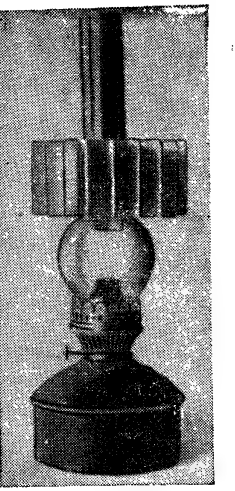


Рис. 15-15. Термоэлектрогенератор ТЭГК-9

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ

Низкое напряжение постоянного тока можно преобразовать в более высокое постоянное напряжение при помощи вибропреобразователя или преобразователя на полупроводниковых приборах.

Вибрационный преобразователь служит для получения высокого постоянного напряжения от источника постоянного тока низкого напряжения.

Вибропреобразователь состоит из контактного вибрационного прерывателя (вибратора), повышающего трансформатора, выпрямителя и сглаживающих фильтров. Так как прерыватель периодически замыкает и размыкает цепь первичной обмотки трансформатора, на его вторичной обмотке возникает повышенное переменное напряжение, которое затем выпрямляется и сглаживается.

Принцип работы полупроводникового преобразователя заключается в том, что низкое напряжение аккумуляторной или гальванической батареи преобразуется с помощью генератора на транзисторах в переменное напряжение, которое затем трансформируется и выпрямляется полупроводниковыми диодами.

По сравнению с вибропреобразователями преобразователи на полупроводниковых приборах имеют большие преимущества. Они более надежны и долговечны в работе, обладают высокими к. п. д. и благодаря сравнительно высокой частоте трансформируемого напряжения позволяют значительно упростить фильтр выпрямителя и уменьшить вес и размеры преобразователя. Нашей промышленностью выпускается преобразо-

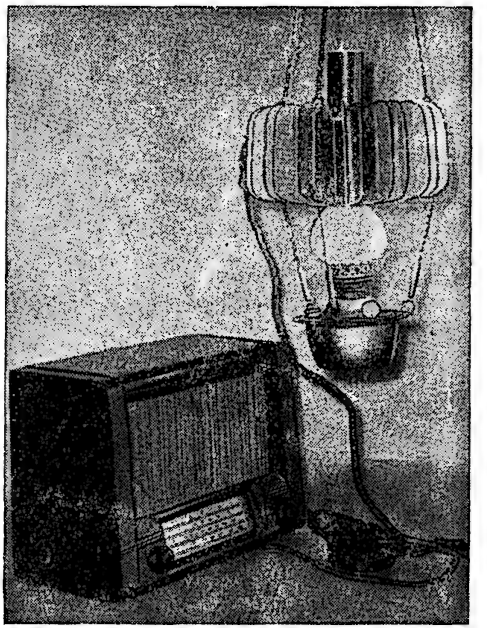


Рис. 15-16. Термоэлектрогенератор ТЭГК-10

ватель напряжения ПН, предназначенный для питания цепей анода и сеточного смещения батарейных радиоприемников «Родина-52», «Новь», «Воронеж» и «Искра». Использование преобразователя для питания этих радиоприемников позволяет заменить анодно-сеточные батареи 54-АСМЦГ-5-п (старое обозначение БС-Г-60-с-80), в которых применяется дорогостоящая марганцевая руда, более экономичными и дешевыми сухими элементами 1,3-НВМЦ-150. Стоимость одного часа работы радиоприемника при питании его от элементов 1,3-НВМЦ-150 с помощью преобразователя дешевле, чем при питании от анодно-сеточных батарей.

Питание преобразователя ПН осуществляется от пяти элементов 1,3-НВМЦ-150, соединенных последовательно и имеющих общее номинальное напряжение 5,8 *в*. На выходе преобразователя при этом получается напряжение 90 *в* при токе 10 *ма* (для питания анодных цепей приемника) и напряжение 9 *в* при токе 7,5 *ма* (для питания цепей сеточного смещения).

Коэффициент полезного действия преобразователя не ниже 50%. Ток, потребляемый преобразователем от источников питания, не более 325 *ма*.

Принципиальная схема преобразователя приведена на рис. 15-17. Он собран по двухтактной схеме на двух транзисторах П3А: подводимое к нему постоянное напряжение преобразуется в электрические импульсы, частота которых составляет 300—400 *гц*. С третьей обмотки трансформатора напряжение подается на выпрямитель анодного напряжения, собранный на четырех полупроводниковых диодах ДГ-Ц23, включенных по мостовой схеме, а с четвертой обмотки — на выпрямитель сеточного смещения, выполненный на четырех селеновых шайбах АВС-18-86, также собранных по мостовой схеме.

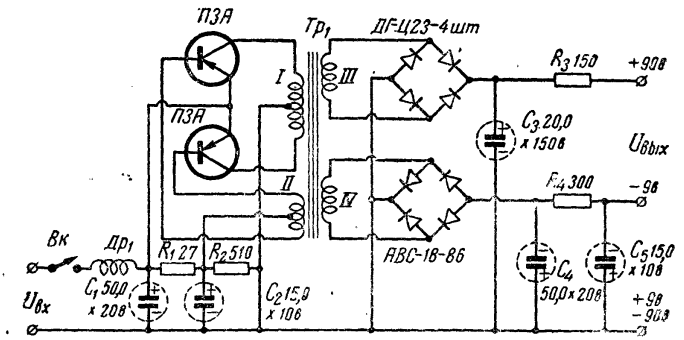


Рис. 15-17. Принципиальная схема преобразователя ПН

Сглаживание выпрямленных напряжений осуществляется фильтрами, включенными на выходе соответствующих выпрямителей. Фильтр сеточного выпрямителя состоит из конденсаторов C_4 и C_5 и сопротивления R_4, фильтр анодного выпрямителя — R_3, C_3 и конденсатора емкостью 10—20 *мкф*, входящего в схему батарейного приемника.

Отрицательное напряжение на основании транзисторов снимается с делителя, образованного сопротивлениями R_1 и R_2.

Преобразователь напряжения является источником помех. Эти помехи могут проникать в приемник как по проводам питания, так и за счет непосредственного излучения. Чтобы избежать этих явлений, преобразователь заключен в стальной кожух, а входная цепь преобразователя защищена фильтром, состоящим из дросселя $Др_1$ и конденсатора C_1.

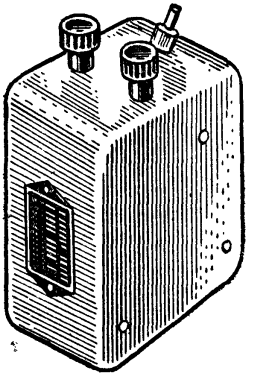


Рис. 15-18. Внешний вид преобразователя ПН

Пять последовательно включенных свежеизготовленных элементов 1,3-НВМЦ-150 обеспечивают работу преобразователя в течение 800 часов. По истечении этого срока можно подключить дополнительно один свежий элемент или один из использованных накальных элементов, что продлит работу комплекта еще на 200 часов. Для питания преобразователя ПН может быть использован любой другой источник постоянного тока с напряжением от 4,2 до 6 *в*, например автомобильные, мотоциклетные или тракторные аккумуляторы. Ниже приводятся основные технические данные преобразователя.

Напряжение питания ($U_{вх}$), *в*	4,2 5,8 6,0
Анодное напряжение ($U_{вых}$), *в*	60 90 100
Напряжение смещения ($U_{вых}$), *в*	6,0 9,0 9,8
Анодный ток, *ма*	10
Ток цепи смещения, *ма*	7,5
Ток потребления, *ма*	не более 325
Вес, *кг*	не более 0,5

Такой преобразователь можно изготовить самому. Для самодельного изготовления приводим данные дросселя $Др_1$ и трансформатора $Тр_1$.

Дроссель $Др_1$ состоит из 130 витков провода ПЭЛ 0,8, начальный диаметр намотки 5 *мм* (намотка бескаркасная), ширина намотки 12 *мм*.

Обозначение обмоток трансформатора $Тр_1$	Количество витков	Провод	Сердечник
I	75+75	ПЭЛ 0,51	Ш-9×12
II	20+20	ПЭЛ 0,12	
III	1450	ПЭЛ 0,12	
IV	195	ПЭЛ 0,12	

Корпус преобразователя — металлический, его размеры 145×100×55 *мм*. На рис. 15-18 показан внешний вид преобразователя напряжения. На одной из боковых стенок корпуса расположены две восьмиштырьковые панели, служащие для подключения шнура питания радиоприемника, а на другой — два зажима для подключения источника питания преобразователя и тумблер включения питания преобразователя.

Глава шестнадцатая

СЕЛЬСКАЯ РАДИОФИКАЦИЯ

ПРИНЦИПЫ СЕЛЬСКОЙ РАДИОФИКАЦИИ И СТАНЦИИ РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫХ УЗЛОВ

Применяются два основных способа сельской радиофикации: с помощью радиоприемников и с помощью радиотрансляционных узлов. Последний способ часто называют проволочной радиофикацией. Радиоприемник может быть установлен в любом месте, и его владелец имеет возможность по своему желанию слушать передачи различных радиостанций. Проволочная радиофикация охватывает лишь те места, которые не слишком удалены от радиотрансляционного узла. По радиотрансляционным линиям, как правило, передается только одна программа, и слушатель лишен возможности принимать по своему выбору передачу той или иной радиостанции.

Недостаток радиофикации с помощью приемников состоит в том, что установка приемника для громкоговорящего приема обходится дороже, нежели установка одного только громкоговорителя при проволочной радиофикации. Кроме того, приемник требует специального обслуживания: с течением времени в нем выходят из строя лампы и их нужно заменять, а в случае отсутствия электрической сети для питания приемника необходимо применять либо сухие батареи, имеющие ограниченный срок службы, либо аккумуляторы, требующие периодической зарядки. Наконец в приемнике, представляющем собой довольно сложное устройство, возможны неисправности, устранение которых в большинстве случаев не под силу самому радиослушателю. Указанные недостатки в значительной степени отпадают, если применяются транзисторные приемники, но последние еще только начинают применять, а проволочная радиофикация развивается уже свыше 30 лет.

При проволочной радиофикации громкоговоритель, имеющийся у абонента, как правило, не требует специального оборудования, не имеет сменных деталей, не нуждается в питании от каких-либо источников. Неисправности в нем бывают значительно реже, нежели в радиоприемнике. Кроме того, информации, передаваемые по радиотрансляционной сети, в эфир не попадают и могут быть адресованы только к радио-

слушателям данной местности, что имеет большое значение для службы ПВО и в других целях. Все эти достоинства проволочной радиофикации привели к тому, что она получила широкое распространение, особенно в сельской местности.

В состав радиотрансляционного узла входят: станция радиотрансляционного узла, радиотрансляционные линии и абонентские громкоговорители с дополнительным оборудованием. Применяются радиотрансляционные узлы различных типов: узел малой мощности для радиофикации небольшого населенного пункта (например, небольшого колхоза); узел средней мощности для радиофикации крупного населенного пункта или группы небольших населенных пунктов, не слишком удаленных друг от друга; узел большой мощности для радиофикации целого района или значительной его части.

Источниками питания станций радиотрансляционных узлов могут быть сухие или аккумуляторные батареи, выпрямители (при наличии электросети переменного тока) и, наконец, собственные электростанции. Большинство этих источников было

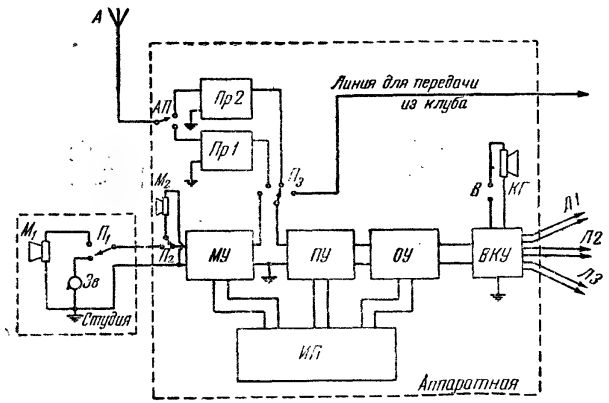


Рис. 16-1. Блок-схема станции радиотрансляционного узла

рассмотрено в главе пятнадцатой. Собственные электростанции устанавливаются при отсутствии электросети и представляют собой генераторы переменного тока с двигателями. Принцип устройства электростанции с ветродвигателем также был уже изложен в главе пятнадцатой. На более мощных радиотрансляционных узлах применяют электростанции с тепловыми двигателями (бензиновыми, нефтяными или дизелями) мощностью от 3 до 15 *л. с.* При этом возможны два способа использования электростанций. В первом случае аппаратура радиоузла питается от аккумуляторов и электростан-

ция дает постоянный ток только для зарядки аккумуляторов, т. е. работает не все время. Если же аппаратура радиоузла рассчитана на питание переменным током, то этот ток получают непосредственно от генератора переменного тока электростанции, которая должна работать все время, когда действует радиотрансляционный узел.

Станция сельского радиотрансляционного узла является центром всего узла. На рис. 16-1 показана упрощенная схема одного из возможных вариантов такой станции.

Основное оборудование станции размещается в аппаратной. Усилительное устройство состоит из микрофонного усилителя *МУ*, предварительного усилителя *ПУ* и оконечного усилителя *ОУ*. Для питания всех этих усилителей имеются источники электропитания *ИП*. Если такими источниками являются выпрямители или сухие батареи, то их размещают в аппаратной. Аккумуляторные батареи устанавливают в специальном помещении, так как выделяющиеся из них пары кислоты или щелочи разрушают аппаратуру.

Прием радиовещательных передач ведется на один из двух приемников $Пр_1$ или $Пр_2$. На маломощных узлах часто имеется только один приемник. Однако второй приемник создает возможность быстрого перехода с передачи одной программы на другую, а также является резервом на случай неисправности первого приемника. Подключение антенны к приемникам осуществляется антенным переключателем *АП*. Выход того или иного приемника с помощью переключателя $П_3$ включают на вход предварительного усилителя.

Напряжение звуковой частоты от предварительного усилителя подводят к оконечному усилителю, на выходе которого получают токи звуковой частоты необходимой мощности. Эти токи через выходное коммутационное устройство *ВКУ* направляются в радиотрансляционные линии *Л1*, *Л2*, *Л3* и т. д., соединенные с абонентскими громкоговорителями. Выходное коммутационное устройство позволяет включать и выключать отдельные линии, а также заземлять их во время грозы или тогда, когда радиоузел не работает. Для контроля передачи имеется контрольный громкоговоритель *КГ* с выключателем *В*.

Местные передачи обычно ведутся из специального помещения, называемого студией и расположенного рядом с аппаратной. В студии находятся микрофон $М_1$ и звукосниматель *Зв*. В ней также может быть установлен магнитофон. Переход на работу от микрофона или звукоснимателя осуществляется переключателем $П_1$. Для различных информаций и объявлений в аппаратной также имеется микрофон $М_2$. Если местные передачи в широких масштабах не ведут, то студию не устраивают. Так как напряжение звуковой частоты, получающееся от микрофона (или звукоснимателя), обычно гораздо меньше, чем от приемника, то оно поступает в микрофонный усилитель *МУ*, а

от него через переключатель $П_3$ в предварительный усилитель *ПУ*.

В некоторых случаях ведется передача не из студии, а из какого-либо другого места, например из клуба. Тогда в клубе устанавливают микрофон с усилителем и к станции радиотрансляционного узла от этого усилителя подводят специальную линию, включаемую через переключатель $П_3$ на вход усилителя *ПУ*.

Рассмотренная схема станции радиотрансляционного узла в отдельных случаях может видоизменяться. В мощных узлах ее усложняют, в маломощных, наоборот, делают проще.

Усилители сельских радиоузлов имеют мощность от 2 до 1000 *вт*. Более мощные из них питаются от электросети переменного тока, а для мощностей до 100 *вт* выпускается аппаратура с питанием от аккумуляторных батарей. При мощности 2 *вт* возможно питание либо от аккумуляторных, либо от сухих батарей.

Наиболее распространены следующие типы аппаратуры для сельских радиоузлов.

Маломощный колхозный радиоузел КРУ-2 имеет выходную мощность 2 *вт* и может питать 40 абонентских громкоговорителей или один уличный громкоговоритель. Питание КРУ-2 чаще всего производится от аккумуляторных батарей с напряжением 12 *в*. Зарядка их осуществляется либо от ветроэлектроагрегата типа ВЭ-2, либо от выпрямителя. Последний способ применяется в случае, когда имеется электросеть переменного тока, действующая непостоянно и потому непригодная для непосредственного питания аппаратуры радиоузла. Возможно также питание КРУ-2 от сухих батарей.

Вся аппаратура КРУ-2 смонтирована в общем корпусе. Для приема радиовещательных станций служит трехламповый приемник на пальчиковых лампах. Усилитель имеет три каскада. В последних его каскадах применены экономичные триоды 1Н3С. Напряжение накала ламп 1,2 *в* получается непосредственно от аккумуляторной или сухой батареи. Анодное напряжение 120 *в* при аккумуляторном питании создается с помощью вибропреобразователя. Зарядка аккумуляторов от сети переменного тока или ветроэлектроагрегата производится через селеновый выпрямитель, находящийся в КРУ-2. Для измерения напряжения аккумуляторов и выходного напряжения звуковой частоты имеется специальный вольтметр. Через КРУ-2 можно также вести местные передачи, используя для этой цели микрофон и звукосниматель.

Радиоузел КРУ-2 не требует специальной аппаратной и постоянного обслуживающего персонала. Вполне возможно установить КРУ-2 в одной из комнат клуба, сельсовета или правления колхоза. Обслуживание аппаратуры (включение, выключение, контроль за работой) весьма несложно.

Колхозный радиоузел КРУ-10 представляет собой дальнейшее развитие КРУ-2. Приемно-усилительное устройство у него такое же, как у КРУ-2, но только в выходном каскаде усилителя применены более мощные пентоды 4П1Л. Выходная мощность КРУ-10 составляет 10 *вт*, что позволяет питать до 200 абонентских громкоговорителей. Аппаратура КРУ-10 размещена в двух блоках. Питающая часть в этом радиоузле несколько сложнее, нежели в КРУ-2, так как лампы 4П1Л работают при анодном напряжении 250 *в*. Для получения такого напряжения применено последовательное соединение двух вибропреобразователей. Радиоузел КРУ-10 не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала. Необходимо лишь периодически контролировать режим его работы.

В настоящее время выпускается более мощный и более совершенный колхозный радиоузел КРУ-40 с выходной мощностью 40 *вт*, работающий на полупроводниковых приборах. Он может питать до 400 абонентских громкоговорителей, а сам полностью питается от аккумуляторной батареи с напряжением 24 *в*. Благодаря применению полупроводниковых приборов этот радиоузел является весьма экономичным и имеет высокий коэффициент полезного действия (до 60%).

К более мощным радиотрансляционным станциям прежде всего относятся выпускавшиеся ранее 50-ваттная станция МГСРТУ-50 и 100-ваттная станция МГСРТУ-100 с питанием от сети переменного тока. При значительных колебаниях сетевого напряжения применяют варианты этих двух станций, имеющих специальный регулировочный автотрансформатор. Он позволяет поддерживать питающее напряжение практически постоянным. С 1955 года вместо указанных станций промышленность стала выпускать более совершенные станции такой же мощности — ТУ-50 и ТУ-100.

При отсутствии электросети применяют станцию ТУБ-100 с питанием от аккумуляторных батарей. Она может также работать и с половинной мощностью — 50 *вт*.

Наиболее мощными являются станции типа ТУ-500 и ТУ-600 мощностью 500 и 600 *вт*. Их питание осуществляется от сети переменного тока.

Широкое распространение в сельской радиофикации получила аппаратура для вещания по линиям внутрирайонной связи (ВРС), т. е. по телефонным линиям. Для такого вещания применяются радиоузлы с дистанционным питанием (РДП). На вещательном узле в районном центре или крупном населенном пункте устанавливается передатчик, создающий токи высокой частоты (обычно порядка 30 *кгц*). Эти токи модулируются колебаниями звуковой частоты и передаются по линиям ВРС на специальные приемно-усилительные устройства (ПУУ), расположенные в различных местах на расстояниях до нескольких десятков километров от центрального узла.

По тем же проводам линий ВРС от центрального узла подается постоянный ток для питания ПУУ (может применяться буферный режим питания от аккумулятора, имеющегося в ПУУ). С помощью особых схем и специальных фильтров в ПУУ модулированный ток ВЧ и постоянный ток отделяются друг от друга и от токов НЧ телефонных разговоров, передаваемых по тем же линиям ВРС. Взаимные помехи между телефонными разговорами и вещанием устранены. Постоянный ток осуществляет питание отдельных каскадов ПУУ (или подзаряжает аккумулятор). Модулированный ток ВЧ детектируется, а полученный после детектора ток звуковой частоты усиливается и поступает в местные линии, к которым подключены абонентские громкоговорители.

Первый тип аппаратуры с дистанционным питанием РДП-51 имел ПУУ мощностью 2 *вт*. С 1954 года стала выпускаться более совершенная аппаратура РДП-10 с мощностью ПУУ порядка 10 *вт*. В дальнейшем промышленность освоила производство весьма совершенных новых ПУУ типа РДПК-30 с выходной мощностью 30 *вт*, работающих на полупроводниковых приборах.

Разработана и внедряется в сельскую радиофикацию также аппаратура дистанционного управления (АДУ) с рассмотренными выше приемно-усилительными устройствами. С помощью АДУ производится включение и выключение ПУУ, а также контроль за их работой. Система дистанционного управления осуществлена, например, в РДПК-30. Радиоузел КРУ-40 также может работать в качестве ПУУ с дистанционным питанием и управлением по проводам ВРС.

Некоторое применение в сельской радиофикации имеют так называемые совмещенные кинорадиоустановки, которые представляют собой одновременно клубную киноустановку и станцию радиотрансляционного узла. Они имеют два усилительных устройства. Одно из них предназначено для воспроизведения звука при демонстрации кинофильмов, а другое для радиотрансляционного узла. Первая такая установка типа СКРУ-100 имеет общую выходную мощность усилителей 100 *вт*. В комплект аппаратуры СКРУ-100 входят: четыре оконечных усилителя с выходной мощностью по 25 *вт* каждый, два предварительных усилителя, радиоприемник, электропроигрыватель грампластинок, микрофон, контрольный громкоговоритель, кинопроектор, громкоговорители для кинозала, уличный громкоговоритель, коммутационные устройства, универсальный измерительный прибор для контроля режима аппаратуры и проверки линий, а также различное вспомогательное оборудование.

Установка рассчитана на обслуживание кинозала на 200—250 зрителей и радиоузла на 400—500 радиоточек. Она обеспечивает одновременную передачу двух программ от лю-

бых двух из пяти следующих источников: звукового кинопроектора, радиоприемника, микрофона, звукоснимателя и линии местного вещания (из районного или областного центра). Наличие четырех оконечных усилителей позволяет получать выходную мощность 25, 50, 75 и 100 *вт*. Вся аппаратура питается от сети переменного тока, причем для компенсации колебаний сетевого напряжения имеется специальный регулировочный автотрансформатор.

РАДИОТРАНСЛЯЦИОННЫЕ СЕТИ

Радиотрансляционные линии вместе с абонентскими громкоговорителями и дополнительным оборудованием, имеющимся у абонентов, составляют радиотрансляционную сеть. Принято различать два вида таких сетей.

Однозвенные сети применяются при сравнительно небольшой протяженности линий и не очень большом количестве громкоговорителей. В таких сетях к линиям, идущим от усилителя радиоузла, непосредственно присоединяют громко-

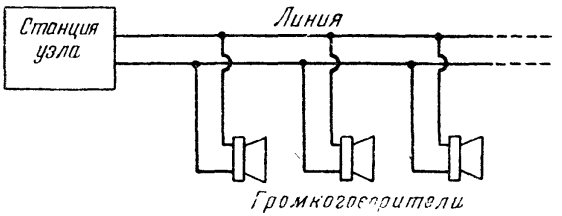


Рис. 16-2. Схема включения громкоговорителей для однозвенной сети

говорители (рис. 16-2). Так как громкоговорители, применяемые для проволочной радиофикации, нормально работают при напряжении 15—30 *в*, то в линиях однозвенной сети напряжение бывает именно такого порядка.

Более сложная, двухзвенная радиотрансляционная сеть, изображенная на схеме рис. 16-3, применяется при большой протяженности линий или большом количестве громкоговорителей. Чтобы в этом случае в линиях не получились чрезмерные потери напряжения, от усилителя радиоузла к отдельным участкам населенного пункта идут фидерные линии (фидеры) с более высоким напряжением, чем в однозвенных сетях. Это напряжение может быть от 60 до 960 *в* в зависимости от устройства линий и их протяженности. Чем выше напряжение, тем больше громкоговорителей можно подключить к линии. Фидеры заканчиваются абонентскими трансфор-

маторами, понижающими напряжение до 30 *в*. К ним присоединены линии, нагруженные абонентскими громкоговорителями.

По своему устройству радиотрансляционные линии могут быть воздушными или подземными.

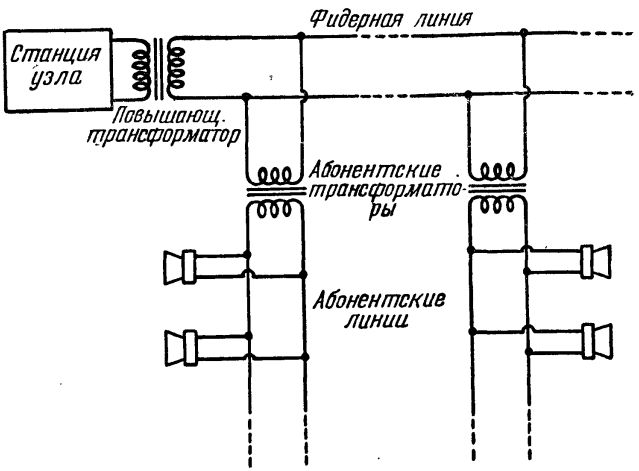


Рис. 16-3. Схема двухзвенной радиотрансляционной сети

Для воздушных линий ставят специальные опоры (столбы), а также могут быть использованы столбы электросетей или линий проводной связи. Провод для воздушных линий применяется голый стальной или биметаллический, т. е. стальной, покрытый слоем меди, диаметром от 2 до 5 *мм*.

В проводах линии происходит потеря напряжения, и с удалением от станции напряжение в линии становится меньше, или, как говорят, затухает. Чем толще провод, тем меньше его сопротивление и тем больше громкоговорителей можно включить в линию. По существующим нормам к воздушной линии из стального провода диаметром 2 *мм*, имеющей длину 1 *км* (считая от станции), можно присоединить 72 громкоговорителя, а при диаметре провода 4 *мм* можно включить 136 громкоговорителей. Если длина линии больше 1 *км*, то число громкоговорителей пропорционально уменьшается. Так, например, в линию из стального провода диаметром 2 *мм*, имеющую длину 3 *км*, можно включить не 72, а только 24 громкоговорителя.

Провода линии укрепляют на фарфоровых изоляторах, которые, в свою очередь, устанавливают на крюках, ввинчен-

ных в столбы. Чтобы уменьшить помехи линиям связи от радиотрансляционных линий, а также помехи от линий сильного тока радиотрансляционным линиям, провода последних обычно скрещивают, т. е. через определенное расстояние меняют местами верхний и нижний провода. На некоторых столбах для защиты от удара молнии делают молниеотводы в виде прибитой вдоль столба стальной проволоки, конец которой закапывают в землю. При использовании столбов электросети провода радиотрансляционной линии подвешивают на 1,5 *м* ниже проводов электросети.

От линии к домам делают абонентские вводы из двух стальных проводов. Для их крепления на стене дома ставят крюки с изоляторами. Нижний провод абонентского ввода присоединяют непосредственно к одному проводу линии, а верхний провод ввода включают в верхний провод линии обязательно через ограничитель, представляющий собой

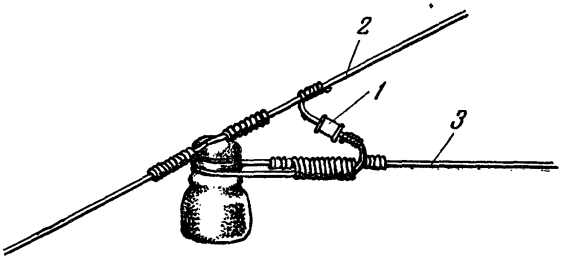


Рис. 16-4. Включение ограничителя у абонентского ввода: *1* — ограничительная перемычка; *2* — линейный провод; *3* — провод ввода

сопротивление в 500 *ом*. Обычно оно бывает помещено в фарфоровую трубку и залито изоляционной массой. От конца сопротивления выведены два проводника для присоединения к проводам линии и абонентского ввода. В таком виде это устройство называют ограничительной перемычкой. На рис. 16-4 показано ее включение в абонентский ввод.

Назначение ограничителя состоит в том, чтобы предохранить линию от короткого замыкания в случае, если оно произойдет у одного из абонентов. Действительно, если вводы к абонентам сделать без ограничителей, то при коротком замыкании в каком-либо вводе получится короткое замыкание всей линии и у всех абонентов громкоговорители перестанут работать или будут давать очень слабую слышимость, а при наличии ограничителя при коротком замыкании ввода линия будет замкнута на сопротивление 500 *ом*. Напряжение в линии от этого лишь немного понизится, но слышимость во всех

громкоговорителях практически не уменьшится. Перестанет, конечно, работать громкоговоритель, включенный в тот ввод, в котором произошло короткое замыкание.

Ограничитель несколько уменьшает слышимость в громкоговорителе, но незначительно. Это объясняется тем, что сопротивление громкоговорителя для тока звуковой частоты составляет не менее нескольких тысяч ом, т. е. оно значительно больше сопротивления ограничителя. Поэтому почти все напряжение, подводимое от линии, приложено к громкоговорителю, и потеря напряжения на ограничителе невелика.

Ввод через стену дома и комнатную проводку обычно делают двужильным стальным проводом с пластмассовой изоляцией. Этот провод прикрепляют к стенам с помощью скобок, сделанных из стальной проволоки толщиной 2—2,5 *мм*. Их устанавливают на расстоянии 35—40 *см* одна от другой. Провод с пластмассовой изоляцией через внутренние стены дома может проходить без дополнительной изоляции, а ввод через наружную стену делают с применением фарфоровых воронок и втулок. Комнатная проводка заканчивается штепсельной розеткой для включения громкоговорителя. Если стена каменная или оштукатуренная деревянная, розетка устанавливается на деревянном подрозетнике.

Широкое распространение получили подземные радиотрансляционные линии, особенно подходящие для безлесной местности. Для таких линий применяют кабели с двумя медными жилами и пластмассовой оболочкой с диаметром

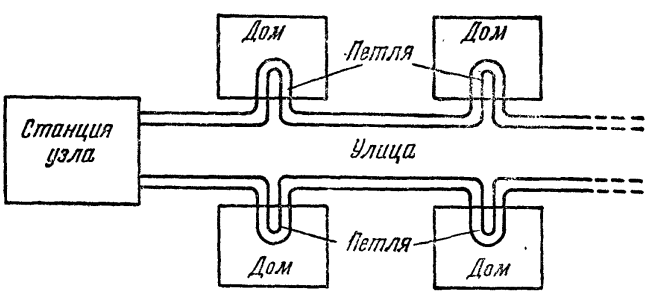


Рис. 16-5. Схема абонентских подземных линий

жил от 0,8 до 1,2 *мм*. Кабель с жилой 0,8 *мм* используют для абонентских линий, а кабели с более толстыми жилами — для фидерных линий. Подземные линии прокладывают в траншее (канаве), которую выкапывают вдоль дорог или улиц. Глубина траншеи обычно бывает не менее 0,6 *м*. После того как кабель свободно, без натяжения уложен в траншею, ее засыпают и утрамбовывают.

Если вдоль улицы прокладывают одну линию, то для вводов в дома делают отпайки. Однако устройство подобных отпаек довольно сложно, так как нужно обеспечить хорошую изоляцию места соединения проводов. Эта изоляция должна составлять одно целое с оболочкой кабеля, чтобы не было никакой утечки тока в землю. Более удобно делать вводы в дома петлями, не разрезая провода. Схема такой прокладки линий показана на рис. 16-5. Вдоль улицы, по обеим ее сторонам, прокладывают линии на расстоянии 1 *м* от домов и в каждый дом вводят петлю. Петлю вводят через фундамент дома (в земле) и отверстие в полу с последующей прокладкой по стене или ее ведут по стене снаружи, а затем через отверстие в стене вводят в дом. В последнем случае нужно провод, проложенный снаружи по стене, защитить от механических повреждений деревянной рейкой. Кабель крепят к стене с помощью скобок.

Ввод через ограничительную коробку, содержащую ограничительные сопротивления, присоединяют к штепсельной розетке, как это показано на рис. 16-6.

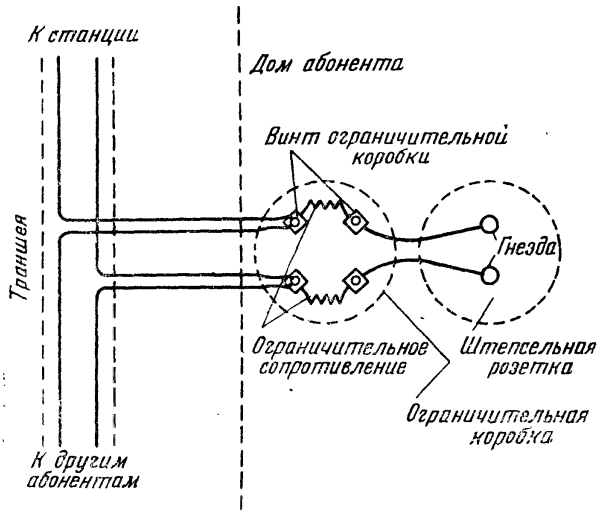


Рис. 16-6. Схема соединения штепсельной розетки с ограничительной коробкой и вводом подземной линии

Для более легкого нахождения повреждений в некоторых местах радиотрансляционной линии делают контрольно-разрывные пункты, позволяющие отключить отдельные участки линий. Абонентские трансформаторы у двухзвенных сетей устанавливают на столбах или на наружной стене дома.

Конечным звеном радиотрансляционной сети являются абонентские громкоговорители. В настоящее время применяют главным образом маломощные электродинамические громкоговорители, специально выпускаемые многими заводами

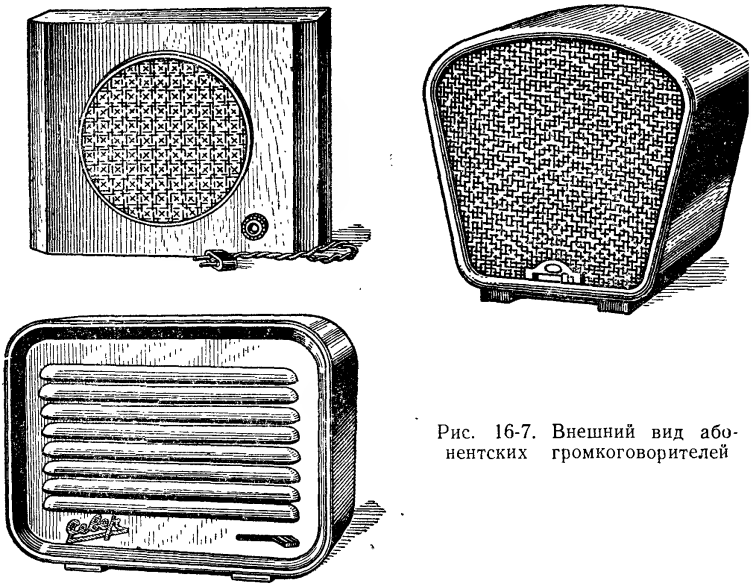


Рис. 16-7. Внешний вид абонентских громкоговорителей

для проволочной радиофикации. На рис. 16-7 показан для примера внешний вид некоторых абонентских комнатных громкоговорителей.

Как правило, громкоговорители имеют регулятор громкости, представляющий собой переменное сопротивление. Ручка регулятора громкости обычно выведена на переднюю стенку ящика.

Нормальная мощность таких громкоговорителей составляет от 0,05 до 0,1 *вт*. Она получается при подведении к громкоговорителю напряжения порядка 15 *в*. В громкоговоритель всегда бывает вмонтирован понижающий трансформатор. Его первичная обмотка, включаемая в линию, содержит обычно 1600—2000 витков, а вторичная обмотка, соединенная со звуковой катушкой, — от 20 до 60 витков. Звуковая катушка имеет сопротивление от 1 до 5 *ом*. Сопротивление громкоговорителя со стороны первичной обмотки трансформатора (так называемое входное сопротивление) для тока средней звуковой частоты 400 *гц* бывает порядка 2000—5000 *ом*

Каждый громкоговоритель снабжается шнуром длиной 1,5 *м* со штепсельной вилкой.

На радиотрансляционных сетях встречаются также электромагнитные громкоговорители, являющиеся более устаревшими и обладающие худшими качествами, нежели электродинамические. Особенно распространены громкоговорители типа «Рекорд», потребляющие мощность порядка 0,02—0,1 *вт*. Электромагнитные громкоговорители включаются без трансформатора, так как они имеют большое сопротивление обмоток своих катушек. Кроме регулятора громкости, громкоговорители «Рекорд» имеют еще специальный регулировочный винт, с помощью которого устанавливают правильное положение подвижной системы механизма громкоговорителя.

Глава семнадцатая

ЧТО ТАКОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

КАК ПРОИСХОДИТ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ПЕРЕДАЧА

Для телевизионной передачи используются три основных принципа: 1) преобразование энергии света в энергию электрического тока; 2) разложение передаваемого изображения на большое число отдельных элементов и передача этих элементов последовательно друг за другом; 3) повторение передачи всего изображения столько раз в секунду, чтобы при приеме не замечалось мигания изображения.

Преобразование энергии света, идущего от передаваемого объекта, в энергию электрического тока основано на использовании фотоэлектрического эффекта, исследованного в конце прошлого века выдающимся русским физиком А. Г. Столетовым. Внешний фотоэлектрический эффект состоит в том, что некоторые вещества под действием лучей света дают электронную эмиссию, т. е. испускают электроны, причем количество этих электронов тем больше, чем больше энергия световых лучей.

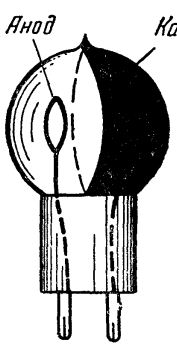


Рис. 17-1. Фотоэлемент

Простейшим прибором, работающим на принципе фотоэлектрического эффекта является фотоэлемент. Он представляет собой двухэлектродный вакуумный или газонаполненный прибор (рис. 17-1). Один из электродов фотоэлемента, называемый фотокатодом, или просто катодом, делается из вещества, дающего фотоэлектронную эмиссию, т. е. испускающего электроны под действием света. Катод фотоэлемента обычно наносится на внутреннюю поверхность баллона и соединяется с отрицательным полюсом источника тока. Второй электрод — анод — представляет собой металлическую пластинку или проволочку, соединенную с положительным полюсом источника тока.

Когда на фотокатод свет не попадает, то электроны не выделяются и никакого тока в цепи нет. При действии свето-

вых лучей на катод из него испускаются электроны, которые притягиваются к положительно заряженному аноду, и таким образом в цепи фотоэлемента образуется ток. Чем больше энергия световых лучей, действующих на фотокатод, тем больше испускается электронов и тем больше ток, даваемый фотоэлементом. Как мы увидим далее, принцип фотоэлемента используется и в специальных фотоэлектронных приборах для телевизионной передачи.

Второй принцип телевизионной передачи — разложение передаваемого изображения на малые элементы, которые мы будем называть точками, и передача этих точек отдельно друг за другом — является весьма важным. Передавать в один и тот же момент времени все изображение полностью нельзя. Одни точки передаваемого объекта темнее, а другие светлее. Например, некоторые части лица человека выглядят светлее, а волосы, брови, глаза и другие части темнее. Именно из такого вполне определенного сочетания более или менее светлых и темных мест создается изображение лица человека или другого объекта. В действительности отдельные части передаваемого объекта отличаются друг от друга еще и цветом, но при обычном черно-белом (нецветном) телевидении необходима лишь правильная передача светлых и темных точек.

Если лучи света, идущие от отдельных точек передаваемого объекта, попадут все сразу в передающий телевизионный прибор, то в нем получится некоторый суммарный ток, являющийся результатом действия всех световых лучей. Этот ток совершенно не отображает отдельные точки передаваемого объекта, а зависит лишь от общей величины световой энергии, идущей от данного объекта. Если осветить объект сильнее, ток станет больше. При более слабой освещенности ток будет слабее.

Но для телевизионной передачи нужно осуществить такой процесс, чтобы на фотокатод передающего телевизионного прибора в каждый данный момент попадали световые лучи только от одной точки передаваемого объекта и чтобы отдельные точки действовали в порядке очереди друг за другом. Тогда световые лучи от каждой точки создадут свой ток, причем светлым точкам будет соответствовать более сильный ток, а темным точкам — более светлый. В результате получится какой-то сложный ток, изменяющий свою величину в строгом соответствии с тем, как изменяется освещенность при переходе от одной точки к другой. Подобный процесс последовательной передачи точек называют *разверткой изображения*.

В современном телевидении принята *развертка по строкам*, при которой сначала передаются друг за другом все точки, лежащие на одной горизонтальной прямой линии, находящейся на самом верху. Все эти точки образуют первую

строку изображения. После этого в порядке строгой очередности передаются точки второй строки, лежащие ниже первой, затем передается третья строка, лежащая еще ниже, и так далее до самой нижней строки, которая является последней. Рис. 17-2 поясняет разложение простейшего изображения на элементы, расположенные по строкам.

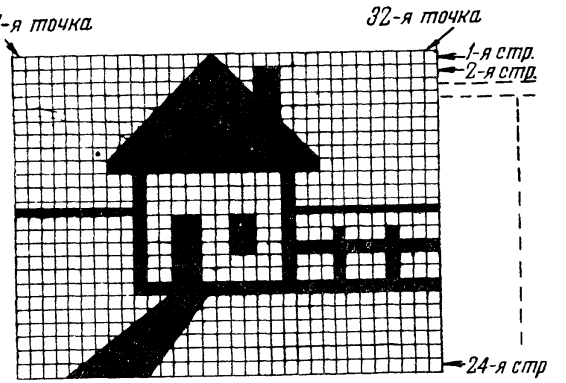


Рис. 17-2. Разложение изображения на элементы по строкам

Чтобы передать мелкие детали, т. е. для получения четкого изображения, необходимо осуществить разложение на возможно большее число точек. Но тогда и число строк, очевидно, будет большое. Таким образом, четкость передачи изображения следует оценивать числом строк. На рис. 17-2 для простоты показано разложение изображения на 24 строки по 32 точки в каждой строке, так что общее число точек составляет $24 \times 32 = 768$. При таком малом числе строк, конечно, можно передавать только самые простейшие изображения, да и то с низким качеством. Советские телевизионные центры ведут передачи с числом строк разложения, равным 625, что обеспечивает высокую четкость изображения. При таком числе общее число точек, на которые разбивается передаваемый объект, получается свыше 500 000.

Возникает вопрос о том, в течение какого промежутка времени необходимо передать это огромное число точек.

Предположим, что все точки передаются за одну секунду. Будет ли такая скорость передачи достаточна? Глаз человека обладает способностью сохранять зрительное ощущение примерно в течение 0,1 секунды. Если передавать по точкам все изображение в течение одной секунды, то через 0,1 секунды после начала передачи на экране телевизионного приемника станут исчезать первые строки, а к концу передачи будут

видны только последние строки, составляющие около 0,1 всего изображения.

Отсюда следует, что передачу надо вести быстрее. Необходимо передачу всего изображения осуществить за такой малый промежуток времени и повторять ее столько раз в секунду, чтобы к началу каждой следующей повторной передачи глаз сохранял еще впечатление всего изображения, полученное за время предыдущей передачи. Число повторений передачи изображения, или число кадров, должно быть более десяти в одну секунду. В современном телевидении число кадров в секунду обычно равно 25. Тогда передаваемое изображение воспринимается слитно и уже совершенно незаметно какое-либо мигание или пропадание части изображения.

Рассмотрим, как осуществляются на практике все три принципа телевизионной передачи.

Можно взять фотоэлемент и установить между ним и передаваемым объектом специальное развертывающее устройство, которое в каждый данный момент должно пропускать световые лучи только от одной точки. Кроме того, развертывающее устройство должно обеспечить последовательную передачу всех точек друг за другом в течение $^1/_{25}$ секунды, с тем чтобы эту передачу можно было повторять 25 раз в секунду.

Подобная система в свое время применялась в так называемых механических системах телевизионной передачи. В частности, довольно долго в качестве развертывающего устройства применялся вращающийся диск с расположенными по спирали отверстиями, предложенный в 1884 году немецким инженером Нипковым.

Недостаток этой системы состоит в том, что при большом числе точек, необходимом для получения высокой четкости изображений, весьма малая световая энергия, получаемая от каждой точки, действует на фотоэлемент в течение ничтожно малого промежутка времени. Например, если передача 500 000 точек повторяется 25 раз в секунду, то за одну секунду передается 12 500 000 точек. Следовательно, каждая точка передается за время 0,000 000 08 секунды и возникающий при этом ток настолько мал, что его практически даже невозможно усилить, так как он будет заглушаться различными помехами. Поэтому различные механические системы развертки, предлагавшиеся многими учеными, позволяли передавать не более нескольких тысяч точек, т. е. обеспечивали совершенно недостаточную четкость изображения.

Выход из этого положения был найден в 1930—1931 годах советскими учеными А. П. Константиновым и С. И. Катаевым, а также независимо от них американским ученым Зворыкиным, которые предложили специальную электронно-лучевую трубку для передачи телевидения, названную иконоско-

пом. Это изобретение по существу заложило основы современной телевизионной передачи.

Иконоскоп представляет собой вакуумный прибор, в котором находятся три основные части: мозаичный фотокатод, анод и электронный прожектор (рис. 17-3). Кроме того, имеет-

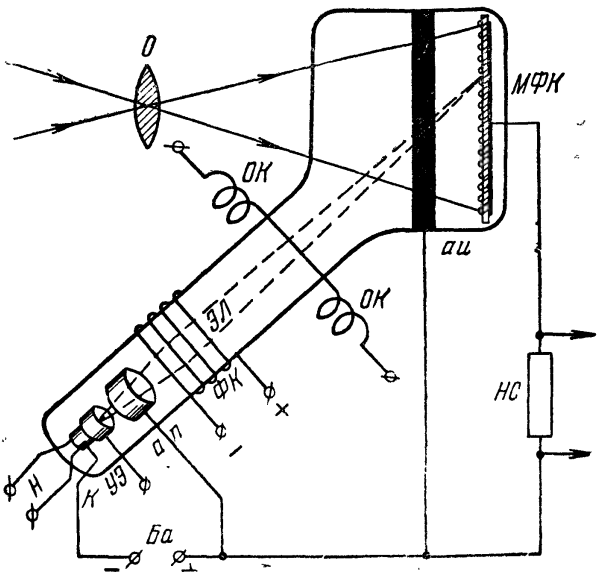


Рис. 17-3. Устройство иконоскопа: *Н* — накал; *К* — катод; *УЭ* — управляющий электрод; *ап* — анод прожектора; *ФК* — фокусирующая катушка; *ЭЛ* — электронный луч; *ОК* — отклоняющие катушки; *аш* — анод иконоскопа; *МФК* — мозаичный фотокатод; *О* — объектив; *НС* — нагрузочное сопротивление; *Ба* — анодный источник

ся еще так называемое отклоняющее устройство в виде двух пар катушек, расположенных взаимно-перпендикулярно снаружи трубки (на рис. 17-3 для упрощения показана только одна пара катушек).

Мозаичный фотокатод сделан в виде слюдяной пластинки, на одну сторону которой нанесен сплошной слой металла, а на другой стороне имеется огромное количество изолированных друг от друга крупинок металла, способных давать фотоэлектронную эмиссию. Каждая крупинка на мозаике представляет собой миниатюрный фотокатод и вместе с тем является обкладкой миниатюрного конденсатора, так как она включена в цепь через емкость, имеющуюся между

ней и общим металлическим слоем на другой стороне слюды. Анод для всех элементарных фотокатодов сделан общий, в виде проводящего кольца, расположенного вблизи фотокатода.

Передаваемое изображение с помощью оптической системы проектируется на фотокатод так же, как проектируется изображение на матовое стекло фотоаппарата. Под действием световых лучей отдельные крупинки-фотокатоды испускают электроны, уходящие на анод. Сами крупинки, теряя электроны, заряжаются положительно. При этом крупинки, освещенные сильнее, дадут более сильную эмиссию, потеряют больше электронов и получат больший положительный заряд. А крупинки, освещенные слабее, дадут меньшую эмиссию и положительный заряд у них будет меньше. Таким образом, на мозаичном фотокатоде получается неравномерное распределение положительного заряда, отображающее особенности передаваемого объекта, т. е. своеобразное электрическое изображение этого объекта.

Электронный прожектор служит для создания электронного луча, т. е. тонкого пучка быстро летящих электронов. В состав электронного прожектора входят накаленный катод, управляющий электрод и анод (иногда бывает два анода). Катод испускает электроны. Управляющий электрод в виде цилиндрика имеет отрицательный потенциал относительно катода и служит для регулировки плотности электронного луча. Чем больше отрицательное напряжение на управляющем электроде, тем больше электронов отталкивается обратно на катод и тем слабее электронный поток. Анод сделан в виде цилиндрика и имеет высокое положительное напряжение относительно катода. Под действием притяжения к аноду электроны, вылетающие из катода, получают большую скорость, доходящую до многих тысяч километров в секунду.

В электронном прожекторе происходит также фокусировка электронного потока, т. е. сжатие его в тонкий луч. Фокусировка осуществляется при помощи магнитного поля, создаваемого надетой на трубку фокусирующей катушки, через которую пропускается постоянный ток. Регулируя величину этого тока, можно получить наилучшую фокусировку электронного луча. Возможна также иная система фокусировки луча с помощью двух цилиндрических анодов, расположенных вдоль пути электронного луча. На аноды даются различные по величине положительные напряжения, и тогда их электрические заряды оказывают фокусирующее действие на электронный поток. Необходимая степень фокусировки достигается регулировкой напряжения на первом аноде (ближайшем к катоду).

Выйдя из прожектора, электронный луч проходит далее

через отклоняющее устройство и попадает на фотокатод. Отклоняющее устройство состоит из двух пар катушек, по которым пропускается ток. Катушки расположены снаружи трубки так, что они образуют два взаимно-перпендикулярных магнитных поля, пересекающих путь электронному лучу. Горизонтальное магнитное поле отклоняет луч в вертикальном направлении, а вертикальное поле дает отклонение в горизонтальном направлении. Чем сильнее ток в отклоняющих катушках, тем сильнее магнитное поле и тем больше отклонение луча. Применяется также отклонение луча с помощью электрических зарядов, создаваемых на двух парах взаимно-перпендикулярных металлических пластин, на которые подается некоторое напряжение; чем оно выше, тем больше отклоняется электронный луч.

Представим себе, что в катушках для горизонтального отклонения луча проходит ток, изменяющийся все время следующим образом. Он постепенно растет и, дойдя до некоторого наибольшего значения, быстро падает до ноля, после чего такое его изменение повторяется много раз в секунду. Очевидно, что и магнитное поле, создаваемое этим током, будет изменяться по такому же закону. Под влиянием этого магнитного поля электронный луч пробежит вдоль одной горизонтальной строки и быстро вернется обратно. В иконоскопе такой процесс повторяется 625 раз за каждую $^1/_{25}$ секунды. Иначе говоря, каждую секунду он повторяется 15 625 раз. Именно столько раз в секунду изменяется плавно от ноля до максимума и резко падает опять до ноля ток в катушках горизонтального отклонения. Этот ток вырабатывается специальным генератором строчной развертки. Подобно этому катушки вертикального отклонения питаются от генератора кадровой развертки, который дает ток, совершающий такие же изменения, но только с частотой всего лишь 25 *гц*.

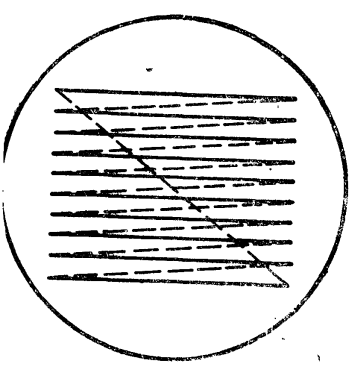


Рис. 17-4. Путь светящегося пятна на экране под влиянием развертки

Таким образом, за $^1/_{25}$ секунды, когда электронный луч под влиянием кадровой развертки пройдет полный путь сверху вниз, он вместе с тем под влиянием строчной развертки пробежит 625 раз в горизонтальном направлении, т. е. прочертит друг за другом 625 строк. Весь этот процесс повторяется 25 раз в секунду. Если вместо отклоняющих катушек

применяются отклоняющие пластины, то подобная развертка по строкам и по кадрам производится не с помощью токов, а с помощью развертывающих напряжений, изменяющихся подобно токам. Они подводятся к отклоняющимся пластинам от соответствующих генераторов. На рис. 17-4 изображен путь электронного луча по фотокатоду, причем для упрощения число строк взято не 625, а всего лишь 10. Быстрый обратный ход луча показан пунктиром.

При своем движении электронный луч в каждый данный момент попадает только на один небольшой участок катода, т. е. на несколько крупинок, которые под действием света заряжены положительно. Заполняя эти крупинки электронами, луч уничтожает их положительный заряд. Таким образом, в том месте мозаичного фотокатода, на которое в данный момент попадает электронный луч, происходит разряд элементарных конденсаторов, а в анодной цепи иконоскопа возникает кратковременный разрядный ток. Этот ток надо представлять себе следующим образом.

Пусть элементарные конденсаторы заряжены, т. е. на крупинках имеется положительный заряд, а на общей пластинке — отрицательный заряд или избыток электронов. Если на крупинки попадают электроны, то они будут отталкивать электроны, имеющиеся на общей пластинке, и поэтому от нее к положительному полюсу анодного источника будет двигаться некоторое количество электронов, т. е. пойдет ток. Когда электронный луч разряжает элементарные конденсаторы, соответствующие более освещенной части изображения, то ток получается сильнее, так как в этой части заряд больше. А от более темных частей изображения, которым соответствует меньший заряд, ток получится слабее. Пробегая по всему фотокатоду и разряжая миниатюрные конденсаторы, электронный луч создает в цепи ток, изменяющийся в соответствии с освещенностью отдельных точек передаваемого объекта.

Огромное преимущество иконоскопа заключается в том, что во время передачи одного кадра на каждый элементарный фотокатод действуют световые лучи от соответствующей точки передаваемого объекта в течение всего времени передачи кадра, равного $^1/_{25}$ секунды, а не в течение 0,000 000 08 секунды. За $^1/_{25}$ секунды элементарный фотокатод испускает довольно много электронов и на нем накапливается весьма заметный заряд. Уничтожение этого заряда с помощью электронного луча, т. е. разряд, происходит почти мгновенно, и поэтому ток разряда получается значительным.

Ток, создаваемый иконоскопом и отображающий своими изменениями все особенности передаваемого изображения, усиливается во много раз и направляется на ультракоротковолновый передатчик. Там этот ток воздействует на колебания высокой частоты, т. е. производит модуляцию, которая подоб-

на модуляции при передаче звуков по радио, когда токи звуковой частоты, получаемые от микрофона, после усиления также воздействуют на токи высокой частоты радиопередатчика.

Помимо иконоскопа, для телевизионной передачи применяются более сложные и совершенные приборы: суперэмитрон, изобретенный советскими учеными П. В. Шмаковым и П. В. Тимофеевым, и суперортикон, предложенный советским ученым Б. В. Брауде. Они обладают более высокой чувствительностью, чем иконоскоп, и позволяют вести передачи не только из телевизионной студии, в которой применяется сильное искусственное освещение, но и из любых мест с обычным освещением, например, с площадей, стадионов, со сцены театра и т. д.

Следует обратить внимание на то, что ток, созданный иконоскопом и отображающий передачу до 12 500 000 точек в секунду, имеет частоту своих изменений до единиц мегагерц, а модулируемый ток высокой частоты должен иметь частоту по крайней мере в несколько раз больше частоты модулирующих колебаний. Поэтому у телевизионного радиопередатчика частота колебаний обычно бывает порядка десятков мегагерц, что соответствует ультракоротким волнам. Сигналы, передаваемые на этих волнах, в обычных условиях можно совершенно уверенно принимать лишь на сравнительно небольших расстояниях от передатчика (как правило, до 50—100 *км*). Таким образом, современные телевизионные центры имеют дальность надежного действия, не превышающую нескольких десятков километров.

КАК ПРОИСХОДИТ ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ ПРИЕМ

Упрощенная схема приемной телевизионной установки изображена на рис. 17-5. Антенна телевизионного приемника принимает излучаемые антенной телевизионного передатчика ультракороткие волны, модулированные сигналами передаваемого изображения. Для получения в приемнике более сильных сигналов и уменьшения различных помех, как правило, делается специальная приемная телевизионная антенна. В простейшем случае она представляет собой так называемый полуволновый вибратор, или диполь, т. е. металлический стержень длиной немного менее половины длины волны, расположенный горизонтально под прямым углом к направлению на телецентр.

Принятые сигналы усиливаются, детектируются и снова усиливаются подобно тому, как это делается в обычных приемниках для приема звукового радиовещания. Особенностью телевизионного приемника, который может быть прямого усиления или супергетеродинного типа, является то, что он рассчитан на прием ультракоротких волн.

Напряжение и ток сигналов изображения, полученных в результате усиления после детектора, повторяют все изменения тока, производившего модуляцию на телевизионном передатчике. Иначе говоря, сигнал изображения в приемнике точно отображает повторяющуюся 25 раз в секунду последовательную передачу отдельных элементов передаваемого объекта. Сигналы изображения воздействуют на приемную телевизионную трубку, которая является главной частью телевизора.

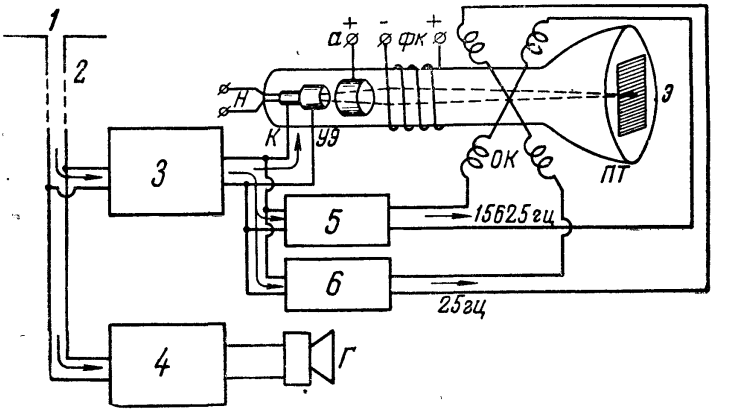


Рис. 17-5. Упрощенная схема приемного телевизионного устройства: *1* — приемный диполь; *2* — высокочастотный кабель (фидер); *3* — приемник сигналов изображения; *4* — приемник звукового сопровождения; *Г* — громкоговоритель; *ПТ* — приемная трубка (кинескоп); *Н* — накал; *К* — катод; *УЭ* — управляющий электрод; *а* — анод; *ФК* — фокусирующая катушка; *ОК* — отклоняющие катушки; *Э* — экран; *5* — генератор строчной развертки; *6* — генератор кадровой развертки

Применение электронно-лучевой трубки для приема телевизионных изображений было предложено профессором Петербургского технологического института Б. Л. Розингом еще в 1907 году и обеспечило дальнейшее развитие высококачественного телевидения. Именно Б. Л. Розинг своими работами заложил основы современного телевидения.

Приемная телевизионная трубка, называемая кинескопом, является главной частью телевизора. Она имеет электронный прожектор такого же типа, как в иконоскопе, и отклоняющее устройство в виде двух пар катушек или двух пар пластин*. Электронный луч, созданный прожектором, пройдя отклоняющее устройство, попадает в так называемый люминесцирующий экран, который дает свечение

* В некоторых кинескопах фокусировка электронного луча создается постоянным магнитом.

под влиянием ударов электронов. При правильной фокусировке луча на экране получается небольшое светящееся пятнышко, яркость которого зависит от плотности электронного луча, т. е. от числа электронов в нем.

В телевизоре, так же как и в телепередатчике, имеются генераторы кадровой и строчной развертки, создающие токи или напряжения для питания отклоняющего устройства. Под влиянием развертки электронный луч, а вместе с ним и светящееся пятнышко на экране делают точно такое же движение, как и электронный луч на мозаике иконоскопа телепередатчика (рис. 17-4). За $^1/_{25}$ секунды пятнышко пробегает 625 строк и возвращается обратно, после чего снова повторяет это движение. Благодаря инерции зрительного ощущения мы видим на экране не отдельные мгновенные положения светящегося пятнышка, а сплошной светящийся прямоугольник, образованный всеми строками (так называемый растр). Принимаемое изображение возникает на этом светящемся экране под влиянием сигналов изображения, которые от приемника подводятся к управляющему электроду трубки (рис. 17-5). Переменное напряжение сигналов изображения с помощью управляющего электрода изменяет плотность электронного луча (количество электронов в нем) и поэтому меняется яркость свечения пятна на экране. В различных частях экрана получаются более светлые и более темные места, которые в совокупности создают изображение.

Для получения правильного изображения должно быть осуществлено согласование, или синхронизация, развертки в приемной трубке с сигналами изображения. Необходимо, чтобы развертка электронного луча по строкам и кадрам в приемной трубке начиналась всегда от левой верхней точки изображения, т. е. от начала первой строки, в тот момент, когда на управляющий электрод трубки приходит сигнал, соответствующий именно этому элементу передаваемого изображения.

Синхронизация осуществляется с помощью кратковременных сигналов синхронизации, которые передаются во время небольших перерывов, специально делаемых в передаче сигналов изображения. Такие кратковременные перерывы не влияют на прием изображения. Для кадровой развертки сигналы синхронизации имеют частоту 25 *гц*, а для строчной развертки — 15 625 *гц*. В приемнике сигналы синхронизации отделяются от сигналов изображения и подводятся к генераторам развертки, заставляя последние работать так, что развертка получается точно согласованной с разверткой в телепередатчике.

Как известно, телевизионные передачи всегда имеют звуковое сопровождение, сигналы которого принимаются на ту же антенну, но специальным приемником, входящим в состав те-

левизора. Во многих случаях приемники сигналов изображения и звукового сопровождения имеют некоторые каскады общими. Звуковое сопровождение передается также на ультракоротких волнах. Для устранения взаимных помех колебания высокой частоты, переносящие сигналы изображения и звука, отличаются друг от друга по частоте на несколько мегагерц.

* * *

Развитие телевидения происходит весьма быстро, и имеется много новых интересных достижений в этой области. В Москве и Ленинграде уже ведутся цветные телевизионные передачи. Разрабатывается объемное телевидение. С помощью радиорелейных линий осуществляется обмен телевизионными программами между многими городами страны. Для более широкого охвата населения телевизионным вещанием, помимо строительства большого количества новых телевизионных центров, во многих местах установлены ретрансляционные телевизионные станции. Многие радиолюбители устанавливают специальные приемные антенны и увеличивают чувствительность своих телевизионных приемников для возможности приема передач весьма удаленных телецентров. Промышленность выпускает телевизионные приемники для приема на большой экран. Подобно звуковым передачам, осуществляется запись телевизионных передач на магнитную ленту с последующим их воспроизведением. Сконструированы радиотрансляционные телевизионные узлы, которые могут быть установлены в домах с большим числом квартир. Эти узлы имеют одну антенну, один приемник сигналов изображения и один приемник звукового сопровождения, а в каждой квартире будет находиться только кинескоп с небольшими дополнительными приспособлениями и громкоговоритель.

Телевизионные установки используются для контроля различных процессов на заводах, железнодорожных станциях, мощных шагающих экскаваторах; для наблюдений в глубине земли, в нефтяных скважинах, под водой и во многих других случаях. Применение телевидения расширяется с каждым днем. Исключительно велика роль телевидения в космических полетах. Ярким примером этого явилась передача с космической автоматической станции на Землю фотографии обратной стороны Луны. Будущее телевидения поистине неисчерпаемо.

ТЕЛЕВИЗОРЫ

Телевизионный парк нашей страны в настоящее время состоит из телевизоров более чем 35 типов, выпущенных и выпускаемых отечественной промышленностью.

Новые телевизоры, выпускаемые нашей радиотехнической промышленностью, обладают значительными преимуществами по сравнению с ранее выпускавшимися. Применение прямоугольных кинескопов, новых ламп пальчиковой серии, полупроводниковых приборов позволило резко повысить качество изображения, уменьшить потребление электроэнергии, вес и объем телевизоров, несмотря на значительное увеличение размеров экранов. Улучшено также и качество воспроизведения звука. Ниже приводится описание некоторых телевизоров, выпускаемых отечественной промышленностью.

Телевизор «Маяк»

Массовый настольный телевизор «Маяк» собран по супергетеродинной схеме. В телевизоре примерно 12 ламп и кинескоп 35ЛК2Б с размерами экрана 280×210 *мм*. Телевизор экономичен по питанию, имеет небольшие габариты и вес, конструктивное выполнение его оригинально. Он собран из отдельных блоков, монтаж блоков — печатный. Схема телевизора имеет ряд оригинальных решений. Телевизор обеспечивает прием телевизионных программ в любом из двенадцати телевизионных каналов. Чувствительность телевизора 250 *мкв* *, четкость изображения не хуже 450 линий **. Полоса частот звукового тракта 100—6000 *гц*. В телевизоре имеются гнезда для включения звукоснимателя, что позволяет воспроизводить граммофонную и магнитофонную запись. Питание телевизора осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*, потребляемая мощность менее 120 *вт*.

С задней стороны телевизора установлен специальный переключатель, с помощью которого можно поддерживать напряжение питания телевизора в пределах нормы, если напряжение сети колеблется от 86 до 150 *в* (при номинальном напряжении 127 *в*) и от 180 до 220 *в* (при номинальном напряжении 220 *в*). На передней панели телевизора установлена неоновая лампочка, по свечению которой можно правильно установить переключатель сети. Для этого ручка переключателя вращается по часовой стрелке до зажигания неоновой лампочки, после чего ручка переключателя переводится на одну ступень в обратную сторону, при этом лампочка должна потухнуть. В этом положении ручки переключателя напряжение, питающее телевизор, будет нормальным.

Зажигание неоновой лампочки свидетельствует о том, что напряжение сети превысило допущенную величину и ручку переключателя сети следует повернуть против часовой стрелки.

---

* Объяснения числа, выражающего чувствительность, см. стр. 456.

** Характеристика качества воспроизведения мелких деталей телевизионного изображения.

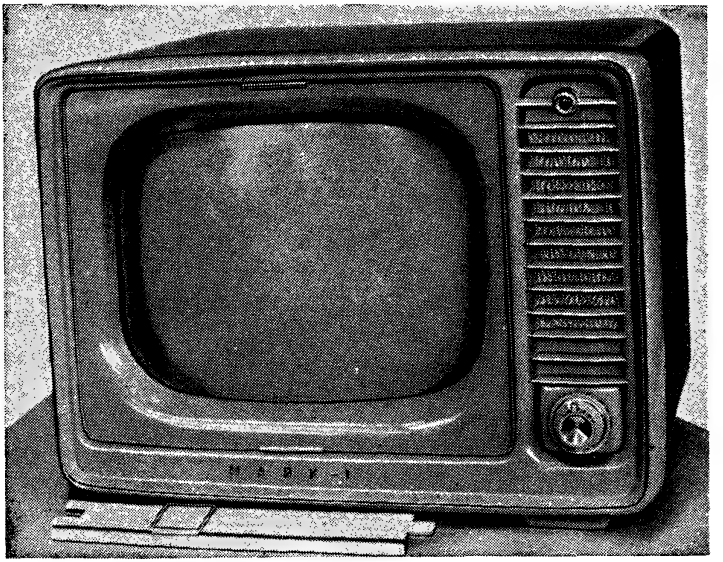


Рис. 17-6. Телевизор «Маяк»

пока не погаснет индикаторная лампочка. Это устройство позволяет обойтись без стабилизатора напряжения или автотрансформатора даже в тех районах, где напряжение в сети меняется в довольно широких пределах.

Ящик телевизора оклеен ценными породами дерева и покрыт лаком. Передняя панель ящика представляет собой прессованный пластмассовый наличник. С правой стороны от экрана кинескопа на наличнике имеется решетка, под которой скрыт динамический громкоговоритель типа 1ГД-9. Ниже решетки выведена двойная ручка — переключатель каналов и настройка гетеродина. Над решеткой расположена неоновая лампочка (рис. 17-6).

Три другие, наиболее часто используемые ручки управления — контрастность, яркость изображения и громкость звука с выключателем сети — расположены с правой стороны телевизора и имеют пластмассовое обрамление. Остальные — вспомогательные ручки выведены на заднюю панель телевизора.

Все лампы и блоки телевизора расположены так, что к ним имеется свободный доступ на случай замены во время ремонта.

Телевизор отличается высокой эксплуатационной надежностью.

Телевизор «Воронеж»

Настольный телевизор «Воронеж» имеет тринадцать ламп пальчиковой серии, одну с октальным (8-штырьковым, как у металлических ламп) цоколем и полупроводниковые диоды. В телевизоре применен новый унифицированный 12-канальный блок ПТК (переключатель телевизионных каналов), следовательно, телевизор может работать в любом из двенадцати каналов.

Выполнен телевизор по схеме общего усиления сигналов изображения и звука с последующим выделением звуковых сигналов на выходе видеоусилителя.

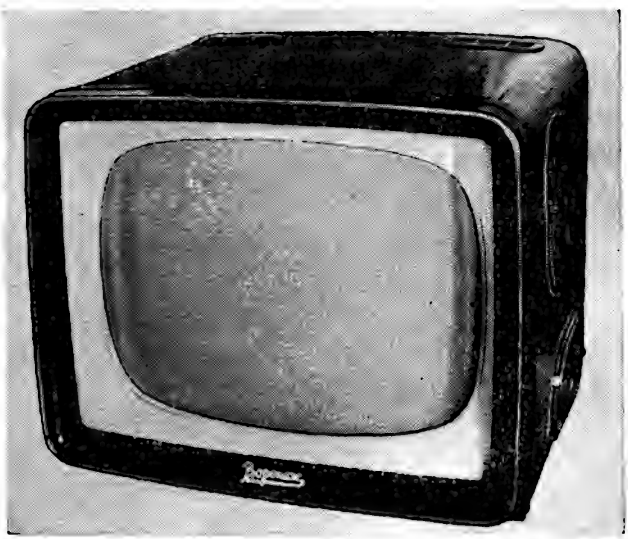


Рис. 17-7. Телевизор «Воронеж»

Из особенности схемы следует отметить высокоэффективную автоматическую регулировку усиления, автоподстройку частоты и фазы строк, что обеспечивает устойчивое изображение, а также специальную коррекцию видеоусилителя, позволяющую получить хорошее качество изображения.

Телевизор «Воронеж» выпускается в двух моделях. В первой модели он имеет кинескоп 35ЛК2Б с размерами экрана 210×280 *мм*, вес этой модели 23 *кг*. Во второй модели применен кинескоп 43ЛК3Б с размерами экрана 270×360 *мм*. весит эта модель не более 25 *кг*. Почти всю площадь передней

стенки телевизора занимает экран, точнее говоря, коэффициент использования фасада, т. е. отношение площади экрана к площади фасада ящика, составляет 62%. У телевизора «Рекорд» этот коэффициент равен 31%.

Ящик телевизора изготовлен из фанеры, отделан ценными породами дерева и покрыт лаком. Переднее обрамление, защитные решетки телевизора, ручки управления и их щитки — пластмассовые (рис. 17-7).

Телевизор смонтирован на вертикальном шасси и имеет блочную конструкцию. Отдельные блоки крепятся к общему шасси (каркасу) вместе с кинескопом. К каркасу же крепится ящик. На передней стенке расположен громкоговоритель типа 1ГД-9.

Почти весь монтаж, за исключением цепей выпрямителя и выходного каскада строчной развертки, выполнен печатным способом.

Конструкция телевизора обеспечивает свободный доступ ко всем лампам, а также узлам и деталям.

Все ручки управления телевизора выведены на два боковых щитка с правой и с левой стороны корпуса. На правом щитке расположены основные органы управления: настройка и переключатель каналов, контрастность, яркость, громкость и выключатель сети; на левом щитке — вспомогательные: частота строк, частота кадров, размер по вертикали и размер по горизонтали.

Хорошо подобранное расположение громкоговорителя, подъем низших частот в схеме усилителя НЧ и дополнительное отверстие на левой стенке ящика обеспечивают хорошее качество звучания.

Чувствительность телевизора на любом канале не хуже 200 *мкв*. Четкость изображения в центре экрана 500 линий, число различимых градаций * 8. Полоса воспроизводимых звуковых частот 120—6000 *гц*. Потребляемая от сети мощность 150 *вт*.

Телевизор «Рубин-102»

Телевизор «Рубин-102» является дальнейшей модернизацией телевизоров «Рубин» и «Рубин-А». В новой модели улучшены эксплуатационные качества благодаря использованию последних достижений телевизионной техники.

В телевизоре могут применяться два типа кинескопов: 43ЛК2Б (металло-стеклянный) или 43ЛК3Б (стеклянный). Размер экрана 270×360 *мм*. Телевизор имеет 19 ламп и полупроводниковые диоды.

---

* Объяснение понятия «различимые градации» см. стр. 460.

Акустическая система телевизора состоит из двух громкоговорителей типа 1ГД-9, расположенных на передней панели ящика.

Телевизор рассчитан на работу в любом из двенадцати каналов, а также на прием УКВ ЧМ радиостанций.

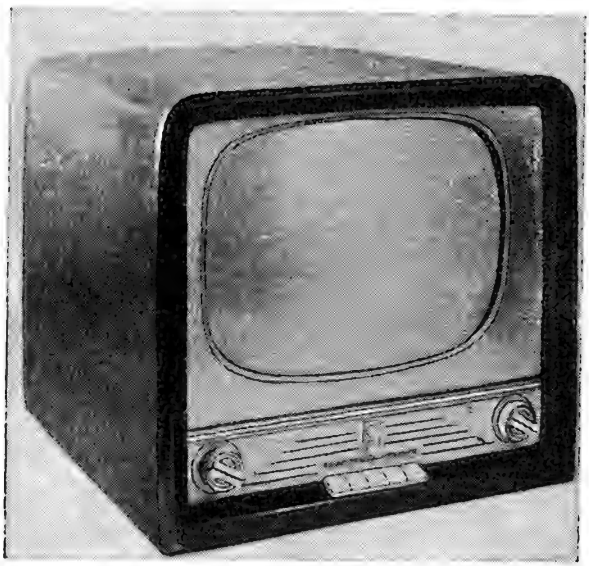


Рис. 17-8. Телевизор «Рубин-102»

Для удобства эксплуатации телевизор снабжен дистанционным управлением, состоящим из малогабаритного пульта, умещающегося на ладони, со шнуром длиной 5 *м*. При помощи этого пульта, не подходя к телевизору, можно регулировать яркость изображения и громкость звучания. В телевизоре имеется клавишный переключатель, с помощью которого производится включение и выключение телевизора, переход на прием УКВ ЧМ станций, а также подбор желаемого тембра воспроизведения звукового сопровождения: «Речь», «Концерт», «Смягчение звука» (рис. 17-8).

Имеются специальные гнезда для подключения проигрывателя пластинок или магнитофона. Чувствительность телевизора при приеме телевизионных передач на любом из двенадцати каналов не хуже 100 *мкв*, при приеме УКВ ЧМ станций — 50 *мкв*. Это обеспечивает уверенный прием телевидения

на расстоянии более 100 *км*. Число различимых градаций 8. Четкость в центре экрана 550 линий. Полоса воспроизводимых звуковых частот 80 ÷ 8000 *гц*. Потребляемая от сети мощность 150 *вт*. Телевизор вмонтирован в полированный ящик, отделанный ценными породами дерева.

Телевизор «Беларусь-5»

«Беларусь-5» представляет собой настольную комбинированную установку, состоящую из телевизора, радиовещательного приемника и проигрывателя грампластинок (рис. 17-9).

Телевизор обеспечивает прием телевизионных передач в любом из двенадцати телевизионных каналов. Чувствительность телевизора не хуже 100 *мкв*. Четкость изображения 550 линий. Синхронизация устойчива в широких пределах

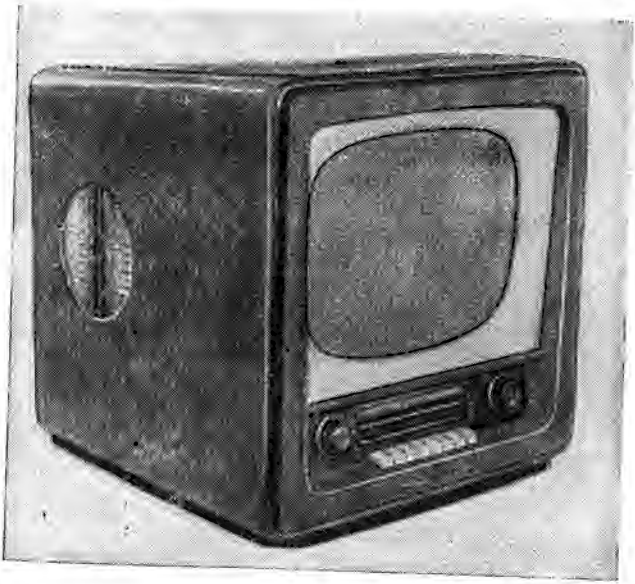


Рис. 17-9. Комбинированная установка «Беларусь-5»

изменения величины принимаемого сигнала и напряжения питающей сети. В телевизоре установлен кинескоп 43ЛК2Б с размерами экрана 360×270 *мм*.

Вся коммутация, т. е. включение телевизора, приемника или проигрывателя, осуществляется клавишным переключате-

лем, причем при работе приемника лампы телевизора и кинескоп выключаются, при работе проигрывателя включаются лампы усилителя низкой частоты и при работе телевизора лампы приемника выключаются.

Радиовещательный приемник имеет пять диапазонов: длинноволновый — 150—415 *кгц*, средневолновый — 520—1600 *кгц*, коротковолновый II — 5,5—8,2 *Мгц*, коротковолновый I — 8,0—12,2 *Мгц* и УКВ ЧМ — 64,5—73 *Мгц*. Чувствительность приемника на ДВ, СВ, КВ диапазонах 150 *мкв*, на УКВ ЧМ диапазоне 30 *мкв*.

Универсальный проигрыватель, входящий в состав установки, рассчитан на воспроизведение грамзаписи как с обычных, так и с долгоиграющих пластинок. Скорость вращения диска 78 и $33^1/_3$ *об/мин*. Номинальная выходная мощность общего усилителя НЧ равна 1,5 *вт*. Полоса воспроизводимых им частот 80—8000 *гц*. В установке имеются два громкоговорителя 2ГД-М3 и 1ГД-9.

Мощность, потребляемая от сети переменного тока, при приеме телевидения 180 *вт*, а при работе радиовещательного приемника и проигрывателя 75 *вт*.

На передней панели установки под экраном телевизора размещена шкала приемника, сквозь которую проходят ручки управления радиовещательным приемником. Под шкалой находится клавишный переключатель.

Ручки управления телевизором выведены на правую боковую панель. Второстепенные ручки выведены на заднюю панель.

В верхней части расположен проигрыватель. Передняя рамка ящика с укрепленными на ней кинескопом и отклоняющей системой съемная, что обеспечивает в случае надобности быструю смену кинескопа и доступ ко всем лампам телевизора и приемника. С этой же целью панель проигрывателя сделана откидной. Ящик установки отделан ценными породами дерева и полирован.

Размеры установки 560×545×535 *мм*, вес 40 *кг*.

БЛОК-СХЕМЫ ТЕЛЕВИЗОРОВ

Схема, которая показывает, из каких узлов состоит данный аппарат, а также связь между этими узлами называется блок-схемой.

В блок-схеме телевизора каждый узел, или каскад, телевизора обозначается в виде прямоугольников. Узлом, или каскадом, схемы называют ту или иную часть, которая выполняет определенные функции, например: усилитель высокой частоты, или усилитель низкой частоты, или выпрямитель и т. д. Стрелки на блок-схеме показывают последовательность про-

хождения сигнала, принятого антенной или выработанного в самом телевизоре. Мы уже знакомились с упрощенной схемой телевизора на рис. 17-5. На ней не было только высоковольтного и низковольтного выпрямителей.

Высоковольтный выпрямитель питает высоким напряжением анод кинескопа. Низковольтный выпрямитель служит для питания анодным напряжением всех ламп телевизора.

Выпускаемые нашей промышленностью телевизоры (и выпускавшиеся ранее) можно разделить на три варианта блок-схем, которые отличаются друг от друга в основном блоками приемников, а именно: способом прохождения сигналов звукового сопровождения. Блок приемников может быть выполнен либо по схеме с полностью разделенными каналами изоб-

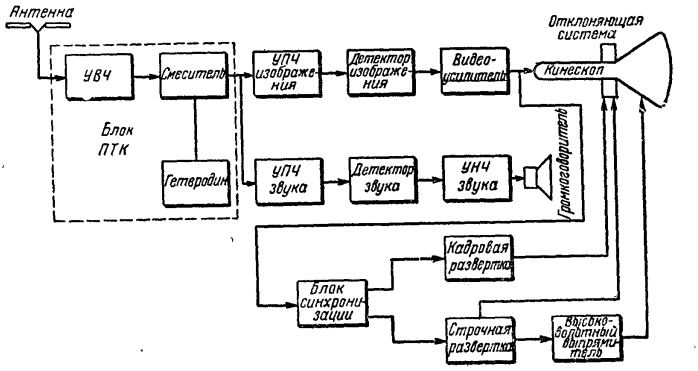


Рис. 17-10. Блок-схема телевизора с раздельными каналами изображения и звука

ражения и звука, либо с частично разделенными каналами, либо с общими каналами усиления звуковых и видеосигналов.

Блок-схема телевизора с полностью разделенными каналами изображения и звука приведена на рис. 17-10.

Усилитель высокой частоты усиливает принятые антенной сигналы, смеситель и гетеродин преобразуют их в сигналы промежуточной частоты. Эти три каскада в современных телевизорах смонтированы в отдельном блоке, который носит название ПТП, или ПТК, — переключатель телевизионных программ (каналов). Блок ПТК обведен на схеме пунктиром. С выхода блока ПТК промежуточная частота сигналов изображения поступает в усилитель промежуточной частоты канала изображения, а промежуточная частота звука — в усилитель промежуточной частоты звукового канала.

Канал изображения состоит из двух-трех каскадов усиления промежуточной частоты, детектора и видеоусилителя. В этом канале происходит усиление сигналов промежуточной частоты изображения, выделение из них видеосигналов и усиление последних, которые и модулируют ток луча кинескопа.

Канал звука состоит из усилителя промежуточной частоты звука, детектора и усилителя низкой частоты. Здесь происходит усиление сигналов промежуточной частоты звука, выделение из них с помощью детектора колебаний звуковой частоты

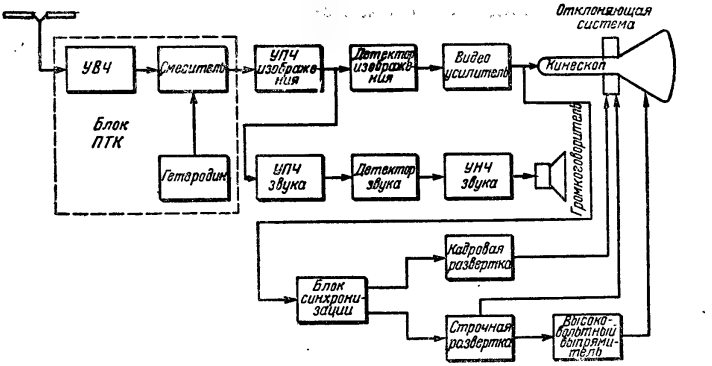


Рис. 17-11. Блок-схема телевизора с частичным разделением каналов изображения и звука

и усиление последних в усилителе низкой частоты до величины, необходимой для работы динамического громкоговорителя. Остальные блоки схемы такие же, как было описано выше. По подобной схеме выпускались телевизоры «Москвич Т-1», «Ленинград Т-1» и «Ленинград Т-2», «Авангард», «Темп-1» и «Темп-2». Блок-схема с частичным разделением каналов приведена на рис. 17-11. В этой схеме два-три каскада усилителя промежуточной частоты звука и изображения общие, после которых промежуточная частота звука поступает в свой усилитель промежуточной частоты. Такая схема дает возможность несколько повысить усиление сигналов звука. В остальном эта схема такая же, как и предыдущая. По такой схеме собран телевизор «Старт».

Блок-схема с общим каналом усиления приведена на рис. 17-12. В этой схеме выделение промежуточной частоты звука происходит после видеодетектора.

Видеодетектор, кроме выделения видеосигналов, выполня-

ет роль смесителя промежуточных частот звука и изображения. На его выходе образуются видеосигналы и сигналы разностной частоты: несущей частоты звука и несущей изображения. Эта разностная частота равна 6,5 *Мгц* (несущая звука первого канала 56,25 *Мгц* и несущая изображения 49,75 *Мгц*,

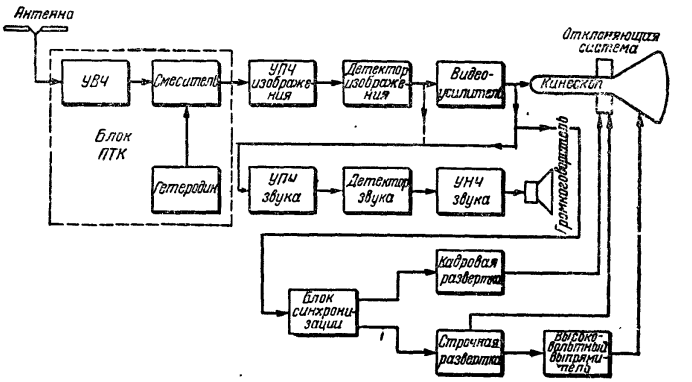


Рис. 17-12. Блок-схема телевизора с общим каналом усиления

их разность равна 6,5 *Мгц*). Так как промежуточная частота изображения модулирована по амплитуде, а звука — по частоте, то этот новый сигнал будет иметь как амплитудную, так и частотную модуляцию.

Видеосигнал с детектора поступает на видеоусилитель и на управляющий электрод кинескопа, а сигнал, частота которого равна 6,5 *Мгц*, — в звуковой канал, где происходит подавление амплитудной модуляции и преобразование частотно-модулированных колебаний в звуковые.

Преимуществом такой схемы является малая зависимость между настройкой каналов звука и изображения. Иными словами, в таких схемах не наблюдается несовпадения настроек звука и изображения. Эта схема применена в большинстве современных телевизоров: «Рекорд», «Рубин», «Знамя», «Темп-3», «Воронеж» и др.

Все телевизоры, собранные по приведенным блок-схемам, работают по принципу супергетеродина. На рис. 17-13 приведена блок-схема телевизора прямого усиления с общим каналом усиления.

Сигнал, принятый антенной, усиливается несколькими каскадами усиления высокой частоты, затем преобразуется детектором в видеосигнал, усиливается и подается на кинескоп.

На нагрузке видеоусилителя выделяется сигнал разностной частоты 6,5 *Мгц*, который усиливается, ограничивается по амплитуде и детектируется частотным детектором, в результате чего получается звуковая частота.

По аналогичной схеме собраны телевизоры «КВН-49» всех выпусков.

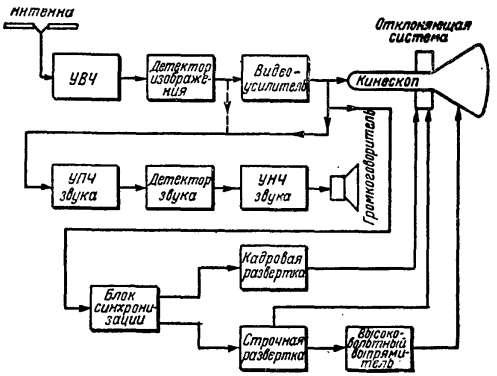


Рис. 17-13. Блок-схема телевизора прямого усиления

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕЛЕВИЗОРУ

Современные телевизоры обладают высокими эксплуатационными показателями. Для того чтобы оценить тот или иной телевизор, разберем, какие же требования при этом должны к нему предъявляться.

1. Хорошее качество изображения. Под этим понимается четкое, ясное и устойчивое изображение, получаемое на экране телевизора, при правильном сохранении пропорциональности и геометрических форм передаваемого объекта.

2. Высокое качество звукового сопровождения. Звук должен быть достаточной громкости, без искажений и без помех. Последнее требование удовлетворяется вследствие применения частотной модуляции. В правильно настроенном телевизоре всякие трески и шорохи должны отсутствовать и звук должен быть совсем чистым.

3. Чувствительность телевизора должна обеспечивать высококачественный прием телевизионных передач на наружную антенну в радиусе 60—80 *км* от телевизионного центра. Под чувствительностью понимается способность телевизора обеспечивать нормальное изображение и звуковое сопровождение при минимальной величине сигнала, поданного на

вход телевизора. Чем меньше по величине сигнал нужно подать на вход телевизора, чтобы получить нормальное изображение и звук, тем выше чувствительность телевизора. Следовательно, чем меньше число, выражающее чувствительность, тем чувствительнее телевизор. Так, например, телевизоры ранних выпусков, такие, как «КВН-49», имеют чувствительность порядка 1000 *мкв*. Чувствительность же современных телевизоров, таких, как «Рубин», «Рекорд», значительно лучше и выражается числом 200 *мкв* и даже 100 *мкв*.

Чем лучше чувствительность телевизора, тем на больших расстояниях от телевизионного центра он может обеспечивать нормальный прием. Нужно сказать, что чувствительность повышать бесконечно нельзя, так как при очень высокой чувствительности появляются так называемые собственные шумы ламп телевизора и принять изображение становится невозможно.

4. Надежность в эксплуатации.

5. Малое потребление электроэнергии от питающей сети.

6. Простота управления.

7. Изящное внешнее оформление. Внешние габариты телевизора и вес его должны быть сравнительно небольшие. Габариты телевизора должны определяться величиной экрана и не намного превышать габариты применяемого кинескопа. Иными словами, почти весь фасад телевизора должен занимать экран.

У современных телевизоров 60—70% передней панели занимает экран. В старых телевизорах этот коэффициент был очень низким и выражался 20—25%, так как они были громоздкими, а экраны маленькими.

О качестве работы телевизора можно судить по его параметрам. К основным параметрам телевизора относятся: чувствительность, яркость свечения, фокусировка, четкость изображения, устойчивость (синхронизация), линейность развертки и качество звучания.

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА 0249 И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТЕЛЕВИЗОРА

Для проверки качества работы телевизора перед началом каждой передачи телевизионный центр передает испытательную таблицу (рис. 17-14). С помощью этой таблицы могут быть определены: четкость, линейность, качество чересстрочной развертки, яркость и контрастность. Другие показатели — качество фокусировки, устойчивость изображения, отсутствие взаимных помех между сигналами звука и изображения — могут быть определены и без испытательной таблицы по при-

нятому изображению, а в ряде случаев по свечению растра.

Испытательная телевизионная таблица 0249 разделена на 12 больших квадратов. Каждый большой квадрат разделен в свою очередь на 4 малых квадрата. В центральном круге линии квадратов не проведены.

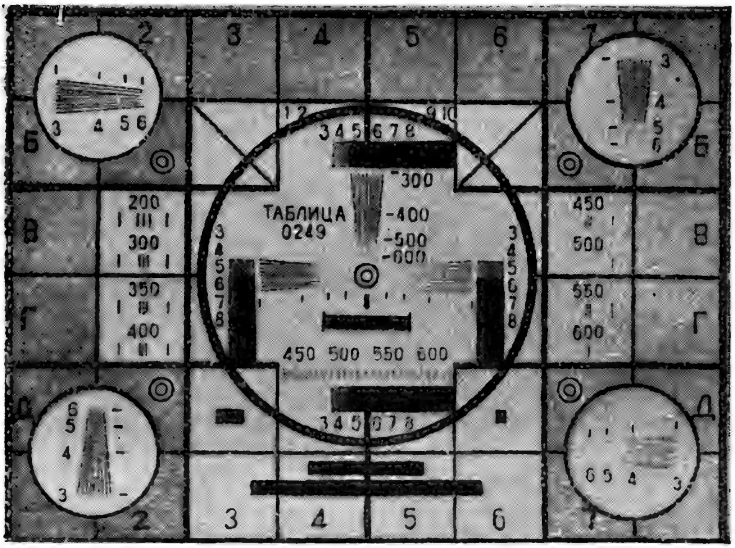


Рис. 17-14. Телевизионная испытательная таблица 0249

Для удобства пользования таблицей стороны ее малых квадратов обозначены по вертикали буквами А, Б, В, Г, Д, Е, а по горизонтали — цифрами от 1 до 8. Первые и последние буквы и цифры на таблице не обозначены.

В центре таблицы имеется большая окружность, а по углам, в квадратах Б2, Б7, Д2, Д7, — четыре малых.

Правильная форма всех окружностей, а также одинаковые размеры всех квадратов как по вертикали, так и по горизонтали говорят о хорошей линейности изображения.

При нарушении линейности по вертикали большая и малые окружности приобретают вытянутую по вертикали, эллипсообразную форму, а квадраты перестают быть одинаковыми и превращаются в прямоугольники. При нарушении линейности по горизонтали круги и квадраты вытягиваются в горизонтальном направлении, а при нарушении линейности по вертикали — в вертикальном.

Регулировку линейности и размера изображения следует производить одновременно, так как они связаны между собой. Устанавливая размер изображения, следует помнить, что соотношение сторон кадра должно быть 4:3, иначе даже при хорошей линейности квадраты и окружности будут равномерно вытянуты в горизонтальном или в вертикальном направлении.

В телевизорах имеются специальные регуляторы линейности, с помощью которых можно добиться хорошей линейности. Если этими регуляторами не удается получить хорошую линейность изображения, то это указывает на неисправность кадровой или строчной развертки телевизора.

При оценке качества изображения и настройке телевизора по испытательной таблице прежде всего изображение должно быть хорошо сфокусировано. Плохо сфокусированное изображение выглядит туманно и расплывчато.

Для фокусировки изображения в телевизорах имеется специальный регулятор — «фокусировка», с помощью которого добиваются резко очерченных строк на экране кинескопа. Положение регулятора должно быть подобрано так, чтобы при его вращении вправо и влево от выбранного положения строки становились расплывчатыми.

В современных телевизорах установлены прямоугольные кинескопы с так называемой статической фокусировкой (в старых телевизорах была электромагнитная фокусировка), которая более стабильна и меньше зависит от колебаний напряжения питающей сети.

Вследствие этого фокусировка устанавливается при регулировке телевизора на заводе и дополнительной подстройки во время эксплуатации телевизора не требуется. В таких телевизорах ручка фокусировки отсутствует. Регулировку фокусировки приходится делать только при смене кинескопа. Ее осуществляют с помощью незначительного поворота и перемещения вдоль оси корректирующего магнита, установленного на горловине кинескопа. Такую регулировку следует производить очень осторожно, так как при большом смещении магнита может исчезнуть растр *. От положения этого магнита зависит также яркость свечения экрана, поэтому, устанавливая магнит, нужно добиваться наибольшей яркости свечения экрана и наилучшей фокусировки по всей его площади.

Не менее важным параметром, характеризующим работу телевизора, является четкость изображения, причем не только в центре, но и по всему экрану. Под четкостью принято понимать то наибольшее число мелких деталей, которые можно различить на экране телевизора.

* Растр — это видимые на экране телевизионной трубки строки развертки при отсутствии модуляции, образующие равномерно светящийся прямоугольник.

Для проверки четкости изображения на таблице имеются вертикальные и горизонтальные клинья в центральном и угловых кругах, а также параллельные вертикальные штрихи в нижней части большого круга и в квадратах В2, В7, Г2 и Г7.

Рядом с центральным вертикальным клином имеются отметки с цифрами 300, 400, 500, 600, а рядом с горизонтальными и вертикальными клиньями в углах таблицы проставлены отметки и цифры 3, 4, 5, 6, по этим отметкам и цифрам определяется четкость изображения.

Четкость по горизонтали оценивается по горизонтальным клиньям, а по вертикали — по вертикальным. В том месте, где линии клиньев начинают сливаться, лежит предел четкости изображения данного телевизора. Цифра, стоящая у отметки, где черные и белые линии начинают сливаться, характеризует четкость изображения. Четкость в центре экрана всегда выше, чем четкость по его краям. Если четкость в центре экрана достигает у хорошо настроенного телевизора 450—500 линий, то по краям она будет равна 300—350 линиям.

Для получения хорошего изображения на экране телевизора оказывается мало иметь хорошую четкость. Чтобы изображение было близко по своему качеству к хорошей фотографии, нужно получить возможно большее количество полутонов, т. е. переходов от белого до черного.

Для проверки количества таких полутонов, или, как говорят, числа градаций, в таблице имеются четыре полоски, расположенные в центральном круге и разбитые на десять равных прямоугольников, имеющих различные оттенки черного.

Число различающихся по яркости прямоугольников в полосках дает представление о количестве воспроизводимых полутонов. Регулируя ручки яркости и контрастности изображения, следует добиваться максимального числа полутонов.

При малой контрастности приходится уменьшать и яркость, при этом изображение получается вялым и бледным. Увеличивая контрастность, следует увеличить и яркость изображения. Яркость и контрастность изображения устанавливаются в зависимости от условий, в которых происходит просмотр телевидения. В затемненной комнате следует уменьшать яркость и контрастность, а в освещенной или при дневном свете, наоборот, увеличивать. Нужно при этом помнить, что чрезмерная контрастность ухудшает изображение, приводя к потере полутонов и исчезновению мелких деталей.

В исправном и хорошо настроенном телевизоре, когда выбрано правильное соотношение яркости и контрастности изображения, число градаций достигает 7—8. Тонкие диагональные линии в квадратах Б3 и Б6 позволяют судить о точности чересстрочной развертки. Как мы уже знаем, принятая

в СССР система разложения передаваемого изображения на 625 строк предусматривает последовательную передачу сигналов всех четных строк, а затем нечетных. Таким образом, каждый кадр передается два раза, или, как говорят, двумя полукадрами. Каждый полукадр содержит 312,5 строки, причем строки второго полукадра должны точно располагаться между строками первого полукадра.

Такая система называется чересстрочной. При нарушении чересстрочной развертки произойдет частичное или полное спаривание строк, т. е. строки одного полукадра совпадут со строками другого полукадра. В связи с этим количество строк, на которое разбивается изображение, по вертикали сократится вдвое, следовательно, качество изображения значительно снизится и станут резко выделяться строки.

Нарушение чересстрочной развертки вызывает зубчатость диагональных линий в квадратах Б3 и Б6, а также неравномерное мелькание линий горизонтальных центральных клиньев. Нужно отметить, что нарушение чересстрочной развертки не всегда является причиной неисправности телевизора. В большинстве случаев точной установкой ручек регулировки частоты кадров и контрастности удается получить хорошую чересстрочную развертку.

ДАЛЬНИЙ ПРИЕМ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Возможность дальнего приема телевидения находится в тесной связи с условиями распространения ультракоротких волн, в диапазоне которых ведется телевизионное вещание.

Зона уверенного приема телевидения ограничена примерно расстоянием «прямой видимости». С увеличением высоты передающей и приемной антенн расстояние «прямой видимости», а следовательно, и дальность приема увеличивается.

Еще совсем недавно считалось, что прием телевидения возможен только в радиусе 40—50 *км* от передающей станции. Однако новые исследования в области распространения ультракоротких волн, а также многочисленные эксперименты радиолюбителей показали, что уверенный прием телевидения возможен в радиусе 80—120 *км* и даже на бо́льших расстояниях.

ВЫБОР ТЕЛЕВИЗОРА ДЛЯ ДАЛЬНЕГО ПРИЕМА

Прежде чем приобретать телевизор, следует обратиться за консультацией к специалистам, имеющим опыт эксплуатации телевизоров в данной местности.

Кроме вопросов о технических данных телевизора, которые возникают при его приобретении, немаловажную роль играют его внешнее оформление, размер экрана и другие качества, которые целиком зависят от ваших вкусов и возможностей.

Первое, на что нужно обратить внимание, выбирая тип телевизора,— это каналы, на прием которых он рассчитан. Дело в том, что телевизионные центры в различных городах работают на разных каналах (имеют различную длину волны), и если в телевизоре отсутствует канал, на котором работает близлежащий телевизионный центр, телевизор его не примет.

Старые типы телевизоров, как «КВН-49», «Ленинград Т-2», имели по три канала (I, II, III), телевизоры «Темп», «Темп-2», «Авангард», «Звезда» — один канал, более поздние выпуски телевизоров, как «Рекорд», «Знамя», «Рубин», «Старт», — пять каналов (I, II, III, IV и V). Все современные типы телевизоров — «Рубин-102», «Знамя-58», «Воронеж», «Маяк», «Темп-3» и др. — имеют возможность приема всех двенадцати каналов.

В табл. 17-1 приведено распределение телевизионных каналов по городам Советского Союза.

Пользуясь данными таблицы и зная, на прием каких каналов рассчитан тот или иной телевизор, можно определить, годится данный телевизор для приема местного телецентра или нет.

Таблица 17-1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КАНАЛОВ ПО ГОРОДАМ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Город	Канал	Город	Канал	Город	Канал
Алма-Ата	III	Кишинев	III	Свердловск	III
Баку	III	Кострома	III	Смоленск	V
Барнаул	III	Краснодар	V	Сталино	IV
Вильнюс	IV	Красноярск	II	Сталиногорск	
Владивосток	I	Куйбышев	III	Тульско[illegible] обл.	V
Владимир	IV	Ленинград	I	Сталингр[illegible]д	II
Гомель	III	Луганск	II	Таллин	II
Горький	II	Львов	I	Ташкент	III
Днепропетровск	V	Минск	I	Тбилиси	IV
Ереван	I	Москва	I и III	Тернополь	XII
Запорожье	VI	Мурманск	III	Томск	I
Иваново	V	Новгород	IV	Тула	V
Ижевск	II	Новосибирск	II	Усть-Каменогорск	I
Иркутск	III	Одесса	I	Уфа	I
Казань	I	Омск	I	Фрунзе	I
Калинин	II	Пермь	I	Харьков	III
Калининград	IV	Рига	III	Челябинск	IV
Калуга	IV	Ростов-на-Дону	II	Чимкент	I
Караганда	I	Рязань	II	Ярославль	II
Кемерово	V	Самарканд	II		
Киев	II	Саратов	II		
Киров	III				

Вторым немаловажным фактором в выборе телевизора для дальнего приема телевидения является его чувствительность. Чем дальше от телецентра будет установлен телевизор, тем выше должна быть его чувствительность. Здесь следует еще раз указать, что чем меньше число, выражающее чувствительность, тем она выше.

Выпускавшиеся ранее телевизоры «КВН-49», «Звезда», «Экран», «Луч» и др. имели очень низкую чувствительность — порядка 800—1200 *мкв* и для дальнего приема без каких-либо переделок или добавления специальных усилительных устройств не годились.

Современные телевизоры имеют высокую чувствительность (порядка 100—200 *мкв*) и со специальными антеннами могут обеспечить уверенный прием телевидения в радиусе до 100 *км* от телецентра. При этом, конечно, нужно учитывать мощность передатчика телевизионного центра. На указанном расстоянии можно вести прием телецентров Москвы, Ленинграда, Киева и других городов, где установлены мощные типовые телевизионные передатчики. На промежуточных ретрансляционных пунктах, где имеются передатчики меньших мощностей, зона дальнего приема телевидения ограничивается 20—40 *км*.

Чувствительность телевизора обычно указывается в его инструкции. К телевизорам, имеющим высокую чувствительность (100—200 *мкв*), относятся «Рубин», «Знамя», «Рекорд», «Маяк», «Темп-3», «Старт», «Воронеж» и другие телевизоры последних выпусков. От наличия нужного канала и чувствительности телевизора зависит выбор телевизора для дальнего приема; остальные параметры не влияют на возможность приема телевидения на больших расстояниях.

Большое значение для приема дальнего телевидения имеет выбор антенны. Описание различных типов антенн приводится ниже.

ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ПРИЕМНЫЕ АНТЕННЫ

Современные телевизоры имеют высокую чувствительность, поэтому при небольшом расстоянии от телецентра могут работать на комнатную антенну любого типа, включая имеющиеся в продаже настольные антенны. Однако нужно отметить, что в любом случае приема на комнатную антенну качество изображения хуже, чем при приеме на наружную антенну.

Простейшая наружная антенна представляет собой симметричный полуволновый вибратор, общая длина которого приблизительно равна половине средней длины волны данного канала.

Вибратор изготовляется из медных или алюминиевых трубок диаметром 10—20 *мм*. Устройство и отдельные детали такой антенны, а также подсоединение к ней фидера показа-

ны на рис. 17-15. В качестве фидера обычно применяют коаксиальный кабель РК-1, РК-3, РК-4, РК-20, РК-49 с волновым сопротивлением 75 *ом*. Внутренняя жила кабеля припаивается к одной трубке вибратора, а оплетка — к другой.

Так как телевизионная антенна представляет собой симметричную электрическую систему, а коаксиальный кабель является несимметричным, во избежание появления отражен-

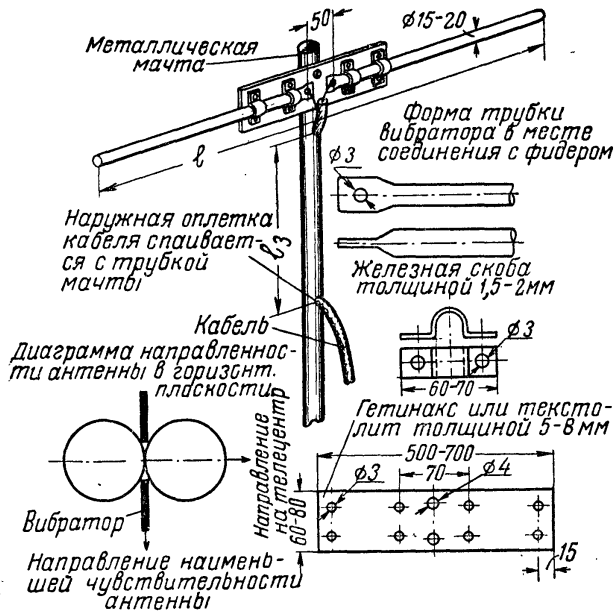


Рис. 17-15. Простая наружная антенна — полуволновый вибратор

ных волн в кабеле и, следовательно, потери мощности сигнала применяют симметрирующие устройства. В качестве симметрирующего устройства может быть использована мачта, на которой крепится антенна. Для этого в мачте сверлят два отверстия: одно рядом с антенной, а другое на расстоянии четверти волны данного канала. Коаксиальный кабель пропускают через эти отверстия, как это показано на рис. 17-15, и у нижнего отверстия внешнюю оболочку кабеля припаивают к мачте.

Другим симметрирующим и одновременно согласующим устройством является полуволновая петля, выполненная из того же коаксиального кабеля, что и фидер. Устройство такой петли показано на рис. 17-16.

Все конструктивные размеры антенны приведены в табл. 17-2.

Таблица 17-2

Канал	l, *мм*	l_1, *мм*	l_2, *мм*	l_3, *мм*	l_4, *мм*
I	2760	2860	950	1420	1960
II	2340	2480	800	1204	1600
III	1790	1880	630	932	1240
IV	1620	1710	570	840	1120
V	1510	1560	520	780	1030
VI	710	840	280	420	560
VII—VIII	670	780	260	395	525
IX—X	610	720	240	365	480
XI—XII	565	675	225	335	450

Способность антенны принимать электромагнитную энергию в определенных направлениях характеризуется ее диаграммой направленности. Для полуволнового вибратора диаграмма направленности представляет собой восьмерку (рис. 17-15, внизу слева).

Наилучшие условия приема такой антенной будут в направлении, перпендикулярном плоскости вибратора.

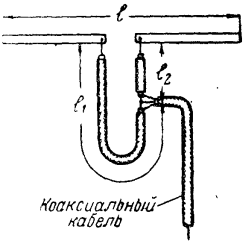


Рис. 17-16. Способ согласования и симметрирования полуволнового вибратора с коаксиальным кабелем — фидером

Другим видом простейшей телевизионной антенны является петлевой вибратор. Устройство такой антенны показано на рис. 17-17. Она может быть выполнена как из трубок, так и из металлической ленты или уголка. Если трубку при изготовлении вибратора не удается изогнуть, то можно концы верхних и нижних трубок соединить прямыми отрезками таких же трубок или ленты. При этом нужно места соединений хорошо зачистить и пропаять или склепать в нескольких местах заклепками. Конструктивные размеры петлевой антенны приведены в табл. 17-2. Обе антенны при хорошем выполнении обладают достаточно высокими качествами приема и могут быть с успехом применены на расстоянии 40—50 *км* от телецентра.

Для дальнего приема телевидения на расстояниях свыше 50 *км* от телецентра, а также для уверенного приема в районах действия интенсивных индустриальных помех применяются сложные узконаправленные телевизионные антенны. Такие

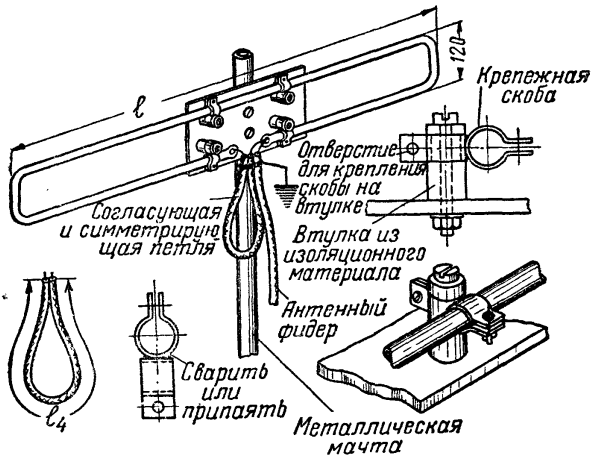


Рис. 17-17. Устройство антенны — петлевой вибратор

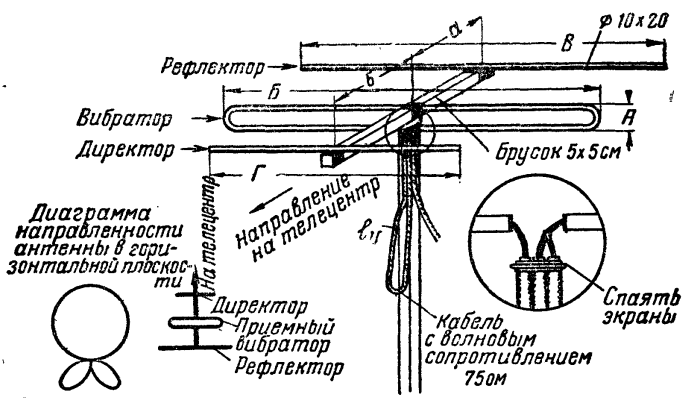


Рис. 17-18. Трехэлементная антенна типа «волновой канал»

антенны, помимо приемного, или, как его называют, активного, вибратора, имеют пассивные элементы — рефлекторы и директоры. Эти антенны носят название «волновой канал». Рефлектором называют элемент, расположенный позади приемного вибратора, отражающий пришедшие к нему радиоволны в обратном направлении. Антенна с рефлектором обладает однонаправленным приемом. Использование пассивного

элемента — директора, расположенного перед приемным вибратором, значительно увеличивает направленность антенны. Диаграмма антенны, состоящей из петлевого приемного вибратора, одного рефлектора и одного директора, показана на рис. 17-18 (слева внизу).

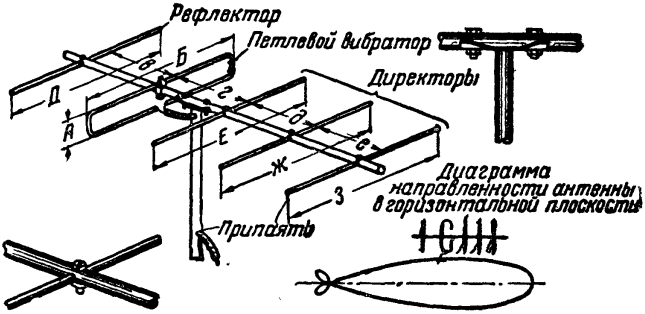


Рис. 17-19. Пятиэлементная антенна типа «волновой канал»

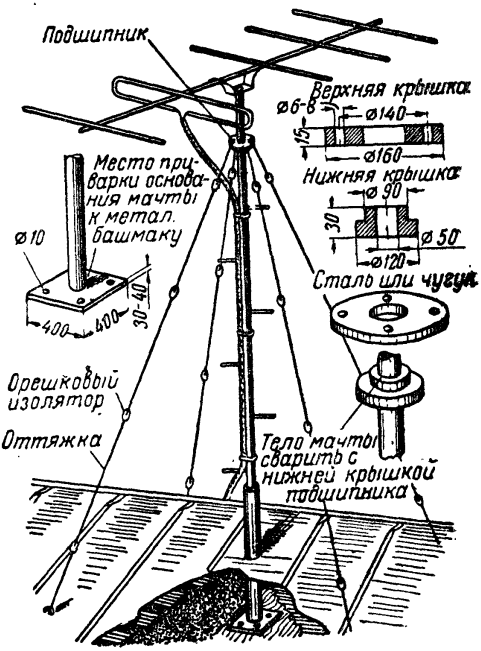


Рис. 17-20. Конструкция мачты для антенны

Таблица 17-3

Размеры, *мм*

Каналы	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	а	б	в	г	д	е	l_v
I	70	2760	3350	2340	3130	2510	2490	2430	900	600	1200	730	700	740	1960
II	70	2340	2840	2000	2650	2130	2100	2060	760	510	1030	620	590	625	1600
III	70	1790	2200	1550	2060	1650	1630	1600	590	395	790	480	460	485	1240
IV	70	1620	2000	1400	1870	1500	1485	1450	535	355	720	435	420	440	1120
V	70	1510	1830	1290	1710	1370	1360	1330	490	330	660	400	380	400	1030
VI	120	710	845	690	845	690	690	690	320	270	320	270	400	400	560
VII—VIII	120	670	800	660	800	660	660	660	305	255	305	255	375	375	525
IX—X	120	610	730	595	730	595	595	595	275	230	275	230	345	345	480
XI—XII	120	565	675	550	675	550	550	550	255	215	255	215	320	320	450

Вибратор, директор и рефлектор выполнены из одного и того же материала. Такая антенна ведет направленный прием со стороны директора и мало чувствительна к сигналам помех и отраженным сигналам, приходящим с других направлений. По сравнению с простой наружной антенной — полуволновым или петлевым вибратором такая антенна дает выигрыш по усилению принятого сигнала в три-четыре раза. Размеры антенны приведены в табл. 17-3.

Способы согласования антенны с коаксиальным кабелем и конструктивное выполнение устройства такие же, как и для приведенных выше антенн.

На рис. 17-19 приведена конструкция антенны типа «волновой канал» с одним рефлектором и тремя директорами. Увеличение числа пассивных элементов повышает направленность и коэффициент усиления антенны. Такой тип антенны дает выигрыш по усилению сигнала в шесть-семь раз. Конструктивные размеры антенны приведены в табл. 17-3.

Согласующие и симметрирующие устройства такие же, как и в предыдущих антеннах, т. е. можно применить любое из вышеописанных устройств — петлю или отрезок мачты. Детали антенны должны быть достаточно легкими, поэтому их лучше изготовить из трубок алюминия или его сплавов. Антенны подобного типа обеспечивают уверенный прием телевидения в радиусе 80—100 *км* от телецентра. Примерная конструкция мачты для антенны показана на рис. 17-20.

В зависимости от местных условий приема для получения высококачественного изображения следует выбрать тот или иной тип антенны и при установке ее обратить особое внимание на прочность крепления кабеля к вибратору, надежность паек, а также на правильную ориентировку антенны по отношению к телевизионному центру.

Глава восемнадцатая

РАДИОКРУЖОК И ЕГО РАБОТА

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО РАДИОКРУЖКА

Среди различных кружков, создаваемых при первичных организациях Добровольного общества содействия армии, авиации и флоту, большое значение имеют радиокружки.

Основная задача радиокружка — дать членам ДОСААФ элементарные знания радиотехники и устройства простейших ламповых приемников, научить их устранять простейшие повреждения в радиоприемниках и устанавливать антенну.

Сельские радиокружки могут оказать большую помощь радиофикации деревни. Хорошо организованный, активно работающий радиокружок готовит кадры радиофикаторов-общественников, ведет пропаганду радиотехнических знаний, помогает в работе местного радиоузла, организует общественное обслуживание радиоустановок коллективного пользования (в клубе, избе-читальне), строит и устанавливает радиоприемники в домах колхозников.

С чего же начинать организацию радиокружка?

Прежде всего надо позаботиться о помещении и руководителе.

В сельском клубе или избе-читальне должна быть выделена комната, в которой можно проводить занятия. В ней следует иметь несколько столов и шкаф для хранения имущества кружка — литературы, инструментов и деталей.

Для руководства радиокружком лучше всего привлечь преподавателя физики местной школы или техника радиоузла. Если такой возможности нет, то руководить кружком может квалифицированный радиолюбитель или демобилизованный радист, служивший в частях связи Советской Армии.

Затем надо приобрести необходимые инструменты и детали, а также обеспечить радиокружок литературой. Средства на это может выделить местная организация ДОСААФ.

После того как вся подготовительная работа будет закончена, следует оповестить колхозников о предстоящей организации радиокружка и провести запись желающих заниматься в нем. Для этого можно использовать местный радиоузел, обход по домам колхозников, объявление на собрании комсо-

мольской организации и перед демонстрацией кинокартины в клубе.

Всю эту работу может взять на себя инициативная группа радиолюбителей или интересующихся радиотехникой товарищей, выделяемых первичной организацией ДОСААФ.

Опыт показывает, что наиболее работоспособными оказываются радиокружки, насчитывающие пятнадцать-двадцать человек. Поэтому более двадцати человек в один кружок записывать не следует. Если желающих заниматься будет больше, нужно разбить их на два кружка. В этом случае надо стремиться к тому, чтобы занимающиеся в одном кружке имели одинаковый общеобразовательный уровень. Желательно также, чтобы взрослые занимались отдельно от школьников. Последних лучше организовать в радиокружок при школе.

Когда запись желающих заниматься в кружках будет закончена, надо провести первое организационное собрание.

Обычно на этом собрании руководитель радиокружка знакомит собравшихся с программой занятий, намечает для них наиболее удобные дни и часы. Здесь же выбирают старосту кружка. Он должен быть первым помощником руководителя кружка. Староста ведет учет посещаемости, заботится об имуществе кружка, составляет расписание дежурств, распределяет общественные поручения среди членов кружка, составляет вместе с руководителем план общественно-массовых мероприятий. В больших, окрепших радиокружках избирают бюро или совет кружка из трех-пяти человек.

УЧЕБНАЯ, КОНСТРУКТОРСКАЯ И МАССОВАЯ РАБОТА В РАДИОКРУЖКЕ

После решения организационных вопросов руководитель кружка проводит первую беседу об истории и значении радио, содержание которой изложено в начале данной книги. Этот рассказ надо построить по возможности живо и интересно, стараясь как можно больше заинтересовать кружковцев радиотехникой. В этой же беседе нужно ознакомить слушателей с радиолюбительским движением в нашей стране, с работой организаций ДОСААФ по развитию массового радиолюбительства и с достижениями советских радиолюбителей.

Материал по этой теме изложен во второй главе нашей книги.

После первой, вводной беседы кружок приступает к занятиям по дальнейшим темам программы. Программы радиокружков можно получить или выписать из районного комитета ДОСААФ. Весь материал, необходимый для получения знаний по этой программе, изложен в нашей книге.

Опыт многих радиокружков говорит о том, что занятия надо проводить в виде живых бесед, все время сочетая тео-

рию с практикой. В конце занятий руководитель кружка, как правило, дает контрольные вопросы по пройденной теме и рекомендует литературу.

Занятия следует проводить один или два раза в неделю, по два или три часа, в зависимости от местных возможностей. Руководитель обычно составляет план занятий радиокружка, в котором указывается, что будет изучаться, какие будут организованы практические занятия и что задается на дом. Для успешного проведения учебы в радиокружке особенно важно хорошо организовать практические работы.

Голое изложение теории при слабо организованных практических работах может привести к распаду кружка.

Какое же оборудование и какие материалы необходимо иметь радиокружку?

В комнате для занятий кружка должны быть рабочие столы и классная доска. Столы надо предохранить от порчи во время практических работ. С этой целью их покрывают фанерой. Можно также поставить каждые два стола на некотором расстоянии друг от друга и положить на них доски, на которых проводить монтажные и другие практические работы. Кроме монтажных столов, нужен еще стол для испытания готовых конструкций, различных демонстраций и электрических измерений.

В комнату радиокружка делают ввод проводов от антенны и заземления. Устройство антенны и заземления является хорошей практической работой для начинающих радиолюбителей.

Если в помещении кружка есть электрическая сеть, то устанавливают три-четыре штепсельные розетки. Они необходимы для включения электропаяльников и радиоаппаратуры, питаемой от сети.

Для организации практических работ большое значение имеет хорошо подобранный инструмент. Во многих кружках принято выделять комплекты инструмента для отдельных групп кружковцев. В комплект инструмента, который выдается на группу в четыре-пять человек, входят: шило, плоскогубцы, кусачки, круглогубцы, отвертки и паяльники с подставкой. К инструменту общего пользования относятся: слесарные инструменты — дрель с набором сверл, настольные тиски, зубила, молотки, напильники и столярные инструменты — лобзик, циркуль, угольник, стамески, рубанки, коловорот и др.

Многие инструменты, несомненно, найдутся у самих членов кружка, и они их могут приносить на занятия.

Отсутствующие инструменты иногда делают самостоятельно или заменяют их какими-либо другими. Так, например, нетрудно изготовить отвертки различных размеров, в том числе и маленькие, которые всегда бывают нужны при монтажных работах. Если отсутствует дрель со сверлами, то можно делать

отверстия во многих материалах с помощью шила подходящего диаметра.

Кружок должен располагать и необходимыми материалами: изолированным проводом для намотки катушек и трансформаторов, жестью, фанерой, картоном, клеем, гвоздями, винтами и т. д.

Полезно собирать старые части от различного электрооборудования, чтобы использовать имеющиеся в них материалы и детали.

Многие из членов кружка будут собирать приемники из своих деталей. Но тем не менее кружок должен располагать набором деталей для основных конструкций, которые будут монтироваться в кружке.

Для занятий кружка весьма желательно иметь и учебно-лабораторное оборудование. К нему относятся прежде всего наглядные пособия: развернутые схемы различных радиоприемников, щиты с образцами контурных катушек и других деталей, самодельные плакаты и готовые радиоприемники.

Измерительные приборы на первых порах нужны самые простейшие — вольтметр и миллиамперметр. Но в дальнейшем изготовление измерительной аппаратуры и наглядных пособий должно стать одной из основных задач коллектива кружка.

Руководитель кружка выбирает схему приемника, который будет изготовляться в кружке, составляет план конструкторских работ для создания учебно-лабораторного оборудования, разбивает членов кружка на группы.

В процессе организации практических работ радиокружка и оборудования его небольшой лаборатории может встретиться немало препятствий. Руководитель кружка, его староста и актив кружковцев должны проявить инициативу, настойчивость и преодолеть трудности. Надо помнить, что от того, как будет организована учеба в первые месяцы, зависит успех работы кружка в течение всего учебного года.

Здесь лучше всего воспользоваться опытом, накопленным в передовых радиокружках.

Ценным пособием для радиокружков является книга «Радио в школе» С. М. Алексеева, изданная в 1953 году Учпедгизом. Автор книги — преподаватель физики и радиолюбитель — организовал замечательный радиокружок при 59-й средней школе имени Н. В. Гоголя в Москве. Этот радиокружок, существующий с 1948 года, построил в школе радиоузел, создал радиотехнический кабинет, а в 1952 году кружковцы построили первую в Москве УКВ радиостанцию. Опытом этого школьного радиокружка могут воспользоваться не только сельские школьные радиокружки. Книга С. М. Алексеева — хорошее методическое пособие и для радиокружков, где зани-

маются взрослые люди, и работников организаций ДОСААФ. Книга полезна также и тем, что она живо и увлекательно раскрывает общественное содержание, которое наполняет работу радиокружка. К сожалению, эту книгу можно достать только в библиотеках, да и то далеко не во всех. Поэтому мы попытаемся вкратце привести некоторые методические советы С. М. Алексеева, его интересный опыт организации технического обслуживания радиоузла, сочетаемый с подготовкой кадров, и наиболее важные формы массовой работы и пропаганды радиотехнических знаний.

Педагог рекомендует, излагая материал в самой доступной форме, показывать и объяснять суть рассматриваемых явлений с физической стороны. Излишняя математизация просто вредна, если она не дополняет, а подменяет изучение явления по существу. Надо сообщать лишь те формулы, которые необходимы для практических расчетов. С этой принципиальной позицией нельзя не согласиться, так как методология изучения материала во всей нашей популярной радиотехнической литературе и радиолюбительских журналах доказала правильность подобной педагогической линии.

Радиокружок, как и всякий технический кружок, немыслим без практической работы и практических занятий. В кружке 59-й школы первыми практическими занятиями, сплотившими кружок и создавшими его крепкое ядро, были работы по строительству и монтажу школьного радиоузла и радиокабинета. И радиоузел и радиокабинет стали своеобразными лабораториями кружка.

Со вступлением в действие радиоузла учительский коллектив школы, комсомольская и пионерская организации получили новое дополнительное и действенное средство воспитания учащихся.

Было решено, что управлять всей работой узла должны кружковцы. На заседании совета кружка были учреждены должности: начальника радиоузла, его помощника, начальника радиокабинета и дежурных техников.

Начальник радиоузла несет ответственность за его техническое состояние; составляет график дежурств радиотехников, принимает заявки на передачу объявлений, организует обслуживание музыкальной программой отдельных уроков и обшешкольных вечеров. Он имеет право отстранить от дежурства радиотехника, если тот не выполняет установленных правил, и требовать безоговорочного выполнения своих распоряжений. Его помощник берет на себя определенную часть работы и в дальнейшем является первым кандидатом на должность начальника. Начальник радиокабинета, являющийся прямым помощником руководителя радиокружка, заботится о техническом росте и непрерывном совершенствовании оборудования

и аппаратуры кабинета. Во время практических занятий он обеспечивает рабочие места кружковцев токами разных напряжений, следит за сохранностью измерительных приборов и пополняет оборудование кабинета за счет самодельных измерительных приборов.

Каждый день на радиоузел назначаются дежурить два радиотехника. В обязанности дежурного техника входит: обслуживать ту программу, которая намечена к передаче; соблюдать тишину и порядок на узле и не допускать посторонних лиц; по окончании передачи приводить в порядок приборы и аппаратуру.

Подготовка кадров дежурных радиотехников проводится ежегодно. В начале каждого учебного года совет кружка организует пополнение состава обслуживающего персонала ввиду ухода учащихся десятых классов. Каждый из трех членов совета кружка обязан ознакомить одного-двух новичков с устройством узла и его управлением. Такая учеба длится две-три недели. В это время новичок, будущий дежурный по узлу, дежурит вместе со своим «учителем». Когда необходимые знания и навыки приобретены всеми новичками, совет кружка организует прием от них техминимума. И только после сдачи техминимума начальник радиоузла допускает всех сдавших к самостоятельной работе и составляет твердый график дежурств.

По окончании передач объявляется: «Дежурный радиотехник такой-то». Интересны также массовые мероприятия, которые проводит радиокружок с целью пропаганды радиотехнических знаний и вовлечения новых членов.

Ежегодно в период с 5 по 25 мая радиокружок участвует в общешкольной выставке работ учащихся, организуя радиоотдел этой выставки, а ко Дню радио выставляет в физическом кабинете ряд работ, используемых для демонстраций к докладам посвященным Дню радио. Интерес к радиоотделу выставки неизменно очень велик, и, чтобы посетители извлекли больше пользы от посещения выставки, радиокружок организует здесь дежурства радиотехников своего узла в качестве экскурсоводов. Они дают объяснения по устройству и назначению выставленных экспонатов и демонстрируют некоторые из них в работе.

Радиокружок организует интересные экскурсии на радиоузел и свою радиостанцию, проводит технические вечера, на которых члены кружка выступают со своими конструкциями, демонстрируют магнитофоны и радиолы, карманные радиоприемники на транзисторах и УКВ радиостанции в работе. Торжественно и содержательно проводит радиокружок празднование Дня радио. Подготовку к этой замечательной дате кружок начинает задолго до мая и отмечает ее как творческий отчет о работе, как день пропаганды радиотехнических знаний

среди всех учеников школы. Программа вечера, посвященного Дню радио, обычно бывает очень широкой и насыщенной интересными короткими докладами, начиная с сообщения об изобретении радио и его великом изобретателе и кончая докладами-демонстрациями способов звукозаписи и радиосвязи.

Немалый опыт накоплен в этой школе по организации своего радиовещания. Здесь работают шесть редакций радиогазеты (каждая выпускает один номер в неделю) и одна редакция музыкального радиовещания. Каждая редакция состоит из трех человек, представляющх восьмые, девятые и десятые классы. Все они утверждены комитетом комсомола и, кроме того, утвержден главный редактор, ответственный за работу всех шести редакций.

Радиоузел — основной организатор гимнастики перед занятиями. Совместно с директором школы выработан подробный порядок ее проведения. В 8 и 14 часов дежурный радиотехник проигрывает марши и транслирует эту передачу только в вестибюль и первый этаж школы, а громкоговорители остальных этажей до начала гимнастики выключаются. Через десять минут передача маршей заканчивается. Во время этой передачи происходит вывод учеников из классов и их построение под руководством классных физоргов. Когда музыка окончена, начинается гимнастика. Теперь у микрофона радиоузла выступает преподаватель физкультуры. Учитель кратко повторяет содержание упражнения и напоминает порядок его выполнения. Учить вновь упражнения не надо. Они предварительно разучиваются на уроках физкультуры.

По окончании комплекса упражнений ведущий гимнастику объявляет: «Гимнастика до занятий окончена. Физорги классов, разведите ребят». Дежурный техник тотчас же включает марш, под который все расходятся по классам. Осенью и весной гимнастика проводится не в коридорах, а на свежем воздухе. В этих случаях радиотехники выставляют через окна два десятиваттных электродинамических громкоговорителя.

В работе радиоузла редакций радиогазет, радиокабинета, музыкальной редакции и на радиостанции принимает участие свыше 70 человек.

«В этой работе — пишет С. М. Алексеев — учащиеся воспитывают в себе чувство большой ответственности за порученное дело (не приказами администрации и не нотациями классного руководства, а на практическом деле), повышается их дисциплинированность, воспитывается добросовестность.

Углубленная, педагогически правильно поставленная учеба в кружке приводит к резкому повышению общего уровня развития и способствует повышению успеваемости по другим предметам, не говоря уже о том, что непосредственно кружковая работа связана с привитием разносторонних навыков политехнического образования».

УКВ РАДИОСТАНЦИЯ В КРУЖКЕ И РАБОТА ПО РАДИОСПОРТУ

Любительская УКВ радиостанция в сельском радиокружке — центр его спортивной работы. Почему мы говорим прежде всего об ультракоротковолновой радиостанции?

Для этого есть много доводов.

Работать на УКВ научиться проще, чем на коротких волнах, и требования к операторам УКВ радиостанций предъявляются более скромные, чем к коротковолновикам. Здесь, в УКВ диапазоне, разрешено работать микрофоном, т. е. переговариваться как по городскому телефону, и не надо знать телеграфной азбуки, что обязательно требуется от каждого коротковолновика. Разрешение работать на коллективной УКВ радиостанции может быть получено юношами и девушками в возрасте от 15 лет, а на КВ радиостанции только с 18 лет. Это очень важно для радиокружков при школах, учащиеся которых заканчивают курс, не достигнув совершеннолетия.

УКВ диапазон свободен от атмосферных помех и меньше чем другие диапазоны засорен индустриальными помехами. Аппаратуру для УКВ радиостанций делать проще, чем для коротких волн. УКВ аппаратура проста по своей конструкции, содержит несложные детали и значительно дешевле аппаратуры для других диапазонов.

До недавнего прошлого УКВ диапазон считался диапазоном ближайших связей, дальность которых не превышает 20—30 *км*. Во многих городах УКВ радиостанции заменяли радиолюбителям телефон: приятели переговаривались между собой с одного конца города на другой, с помощью школьных коллективных УКВ станций проводились шахматные турниры и переклички школьных радиокружков одного города.

Но уже с 1955 года на частоте 38 *Мгц* укависты начали устанавливать дальние связи, например Новочеркасск—Барнаул, Москва—Уфа, Новосибирск—Владивосток.

Теперь предоставленный укавистам новый диапазон — 28—29 *Мгц* — открывает еще большие возможности для радиоспорта, являясь диапазоном дальних связей. В то же время другие диапазоны, предоставленные для работы на УКВ, позволят вести связь на близких расстояниях.

На УКВ проводится много интересных соревнований. Укависты участвуют во всесоюзных радиотелефонных соревнованиях радиолюбителей.

В 1956 году были проведены Первые всесоюзные соревнования ультракоротковолновиков (укавистов) — «Полевой день». В этот день укависты выехали с передвижными маломощными станциями за пределы городов и селений в горы и на поля. Во время этих соревнований было установлено много

дальних связей, и теперь «Полевой день» проводится ежегодно, так же как и соревнования среди юных укавистов.

В 1958 году состоялись Первые всесоюзные соревнования сельских укавистов на приз журнала «Радио», показавшие известное оживление работы по радиоспорту на селе.

Очень популярны также любительские соревнования «Охота на лис», в которых «лисой» является передающая радиостанция, а «охотником» — радиолюбители с переносными приемниками с антеннами направленного действия.

Это мы перечислили только всесоюзные соревнования. Но кроме них, проводятся республиканские, краевые, областные, межобластные и даже районные соревнования. Так же как и коротковолновикам, за достижения в области связи на УКВ присваиваются спортивные звания: «Радиолюбитель третьего разряда», «Радиолюбитель второго разряда», «Радиолюбитель первого разряда» и «Мастер радиолюбительского спорта».

Работа на радиостанции идет по установлению связей с другими станциями. Задача операторов — установить наибольшее количество связей на возможно больших расстояниях. Начальником радиостанции обычно является руководитель кружка. Он выделяет лучших кружковцев для работы в качестве операторов, обучает их работе в эфире, ведению аппаратного журнала, а затем к опытным операторам подсаживают новичков, которым первые передают свои знания в области радиосвязи. Начальник радиостанции составляет график дежурств операторов, организует команды для участия в соревнованиях, проводит различные опыты и наблюдения за слышимостью своей радиостанции. Для этого организуются выезды с походными УКВ радиоприемниками в различные направления от радиостанции. В кружках, где уже накопился конструкторский опыт, строят переносные радиостанции и в летних туристских походах или при выездах в дальние колхозные бригады организуют связь с основной радиостанцией кружка.

Представляет также интерес для пропаганды радиотехнических знаний и развития радиолюбительства организация экскурсий на УКВ радиостанцию кружка.

Помещение для радиостанции желательно иметь где-нибудь в верхнем этаже здания. Это должна быть отдельная, запирающаяся комната или часть комнаты радиокружка, но отгороженная. Когда радиостанция не работает, помещение должно быть закрыто.

Во многих радиокружках параллельно с прохождением основной программы в дополнительные часы изучают телеграфную азбуку. Можно создать курсы для обучения приему на слух и передаче на ключе радиограмм после того, как будет пройдена основная программа. На такие курсы с большим желанием поступают те члены кружка, которые уже поработали операторами на УКВ радиостанции.

Попутно с прохождением программы этих курсов можно начать заниматься коротковолновым радиолюбительством.

Постепенно знакомясь с диапазонами волн, отведенными для работы любительских радиостанций, и их особенностями, научившись принимать любительские радиотелефонные, а затем и радиотелеграфные станции, начинающие коротковолновики могут стать коротковолновиками-наблюдателями.

Для этого радиолюбитель должен построить себе коротковолновый приемник и подать заявление в квалификационную комиссию при ближайшем радиоклубе ДОСААФ. В этой комиссии нужно сдать испытания. Если радиолюбитель находится далеко от радиоклуба, то испытания проводятся заочно. Необходимо дать письменные ответы на ряд вопросов и принять сигналы одной из любительских телеграфных радиостанций по указанию квалификационной комиссии.

К заявлению нужно приложить личный листок по учету радиолюбителей-коротковолновиков и две фотокарточки размером 2,5×3 *см*².

Радиолюбителям, сдавшим испытания, присваивается личный позывной сигнал и выдается соответствующее удостоверение.

Оснащение колхозов и совхозов радиотехникой создает дополнительные широкие возможности для развития радиолюбительства на селе. Из числа наиболее подготовленных радиолюбителей могут комплектоваться кадры радиосвязистов, работников для мастерских по ремонту радиостанций «Урожай-2», радиоприемников и даже телевизоров.

Следует иметь в виду, что по приказу министра связи СССР все районные отделы связи и радиоузлы Министерства связи обязаны помогать радиолюбительским кружкам и, в частности, давать консультации.

УЧАСТИЕ РАДИОКРУЖКА В РАДИОФИКАЦИИ

Сельские радиокружки представляют собой большую общественную силу. Хорошо организованный, имеющий крепкий, инициативный состав кружковцев радиокружок становится штабом радиоработы в своем селе. Он обеспечивает бесперебойную работу ламповых радиоприемников, проводит массовое слушание радиопередач, оповещает колхозников о наиболее важных и интересных передачах. Радиокружок берет под неослабный общественный контроль работу радиоузла, проверяет, как работают радиоточки, помогает ликвидировать их повреждения, выделяет актив в помощь техникам радиоузла и готовит из числа кружковцев техников-практиков.

Здесь уместно привести в качестве примера радиокружок села Красное, Семидовского района, Сталинской области. В этом радиокружке, расположенном в местной средней шко-

ле, где для его работы выделена отдельная комната, состоят не только учащиеся, но и взрослые колхозники. Радиокружок имеет свою УКВ радиостанцию, необходимое оборудование для занятий.

Организатором и душой кружка является учитель физики местной школы А. Г. Погребняк. Кружковцы активно участвуют в общественно-политической жизни села. Во время выборных кампаний они своими силами радиофицируют агитпункты, проверяют работу радиоточек, участвуют в выпуске радиогазет, записывают на магнитофонную ленту выступления передовиков сельского хозяйства. Правление колхоза премировало радиокружок магнитофоном «Днепр».

Многие сельские радиокружки ведут большую работу по распространению радиотехнических знаний и пропаганде достижений советской радиотехники. Они проводят сельские радиовыставки, организуют экскурсии на радиоузлы, технические вечера с демонстрацией радиоаппаратуры.

Несколько лет тому назад в Ильпанурской избе-читальне Парангинского района Марийской АССР была проведена первая в республике колхозная радиовыставка. Она была организована руководителем радиокружка комбайнером Арсением Паймаковым. Экспонаты выставки размещались на десяти столах. Около каждой конструкции лежали таблички с краткими пояснениями особенностей экспоната и сведениями об авторе конструкции. На стенах помещения выставки висели плакаты и схемы, а также фотовитрины, отражавшие достижения колхозных радиолюбителей. Большинство участников выставки было награждено грамотами районного комитета ДОСААФ, а организатор выставки премирован. Первая радиовыставка в марийском селе способствовала повышению интереса к радиолюбительству среди колхозников. Она послужила также толчком к строительству колхозного радиоузла.

Сельские радиовыставки сейчас уже не редкость. Они проводятся во многих районах нашей страны, демонстрируя достижения сельских радиолюбителей и вовлекая в радиолюбительство колхозников. На выставках демонстрируется не только приемная радиоаппаратура, а и действующие УКВ радиостанции, ведущие связь с радиокружками своего и соседних районов. Выставки помогают развитию радиофикации.

Теперь наступило время, когда можно проводить массовую радиофикацию с помощью приемников, построенных на транзисторах. Крымские радиофикаторы явились пионерами внедрения полупроводниковой техники в радиофикацию села. Они создали «эфирные радиоточки». Это простые и дешевые радиоприемники, в которых применяются полупроводниковые приборы. Прогресс полупроводниковой техники позволяет те-

перь вплотную подойти к разрешению создания простейшего транзисторного приемника с фиксированной настройкой. Такой приемник должен обладать относительно высокими качественными показателями при простоте схемы и конструкции и при малом числе транзисторов.

Ряд конструкций приемников на транзисторах, опубликованных в журнале «Радио» и в «Массовой радиобиблиотеке» Госэнергоиздата, могут служить основой для такого приемника. И когда в батарейную аппаратуру на смену лампам пойдут транзисторы, разрешится проблема бесперебойной работы сельских радиоприемников — проблема питания.

Радиоаппаратуру можно будет питать от различных низковольтных источников тока. Не нужны станут анодные батареи, а поразительная экономичность радиоаппаратуры на полупроводниках во много раз снизит стоимость ее эксплуатации.

Но и для существующего сейчас парка ламповых батарейных приемников можно значительно легче решить проблему обеспечения источниками питания. Использование полупроводниковых преобразователей напряжения для питания анодных цепей приемников несет огромные выгоды в эксплуатации для любого батарейного приемника. Отпадает необходимость в дорогих и требующих дефицитного сырья высоковольтных (анодных) батареях. Недостаточный выпуск этих батарей до сих пор являлся основной причиной продолжительного молчания в течение года многих батарейных радиоприемников. Питать же приемник от дешевых и простых низковольтных батарей гораздо выгоднее, а увеличить их производство для государства не представляет труда.

Здесь не нужно дорогой марганцевой руды и других дефицитных материалов, а кислород воздуха, служащий в низковольтных батареях в качестве деполяризатора, как известно, имеется везде и в неограниченных количествах.

Всемерное распространение транзисторных приемников — заводских и самодельных, перевод ламповых батарейных приемников на питание от низковольтных батарей с помощью полупроводниковых преобразователей напряжения — вот благодарные и важные задачи сельских радиокружков. А какие замечательные перспективы сулят транзисторы в радиообслуживании колхозников во время полевых работ! Радиофикация полевых станов, полевых бригад, вагончиков трактористов — всем этим также могут заняться сельские радиокружки.

В ряде сельских районов нашей страны созданы самодеятельные радиоклубы, помогающие радиокружкам в колхозах и совхозах, организующие районные выставки радиолюбительского творчества и выездные радиовыставки, соревнования УКВ радиостанций в своем районе и переклички с другими

районами на ультракоротких волнах. Здесь создаются радиотехнические библиотеки и консультации.

В этих радиоклубах вся работа строится на инициативе и самодеятельности, без штатных работников. Самодеятельные радиоклубы создаются на базе хороших радиокружков, а иногда и там, где кружка не было, но работали отдельные группы опытных радиолюбителей.

Немало лучших сельских радиокружков постепенно вырастают в самодеятельные радиоклубы.

Как пример хорошо организованной работы в районе, можно привести Тукумский район Латвийской ССР, где есть самодеятельный радиоклуб.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИОСЛУШАНИЯ

Радиоприемники, установленные в сельских культурно-просветительных учреждениях (клубах, избах-читальнях, красных уголках), должны работать бесперебойно и радио должно систематически использоваться в массовой работе. Большую помощь в этом важном деле могут оказать радиокружки и отдельные активисты-радиолюбители.

Наши радиовещательные станции, как центральные, так и местные, дают большое количество разнообразных передач.

Центральное вещание имеет четыре программы, передаваемые радиостанциями на длинных и средних волнах: 1987, 1734, 1500, 1271, 1141, 882,4, 820, 779, 750, 547, 433,5, 407,1, 370,8, 362,8, 344, 309, 234,9 *м*, а также на коротких волнах в следующих участках коротковолнового диапазона: 74, 67, 57, 55, 51, 50, 49, 41, 31 и 25 *м*.

Подробное волновое расписание работы радиостанций центрального вещания регулярно публикуется в еженедельной газете «Радиопрограммы», подписка на которую свободна и доступна всем.

Пользуясь расписанием, следует иметь в виду, что радиостанции, работающие на более длинных волнах (1987, 1734, 1500 *м*), слышны почти одинаково днем и вечером. Радиостанции, работающие на волнах 200—600 *м*, днем слышны гораздо хуже, чем вечером. Из коротковолновых станций днем обычно хорошо слышны станции в диапазонах 19, 25 и 31 *м*, а вечером и ночью — на волнах 41—74 *м*. Поэтому четвертая программа, которая рассчитана для населения восточных районов страны, передается только вечером на волнах 41, 49, 50, 51, 57 и 67 *м*.

На больших расстояниях от Москвы прием программ центрального вещания вообще лучше вести на коротких волнах.

Зная все это, можно выбрать, на каких волнах лучше всего в те или иные часы будут слышны московские станции.

Надо постараться принять все три программы на наиболее выгодных для данного района волнах, заметить настройки на

шкале приемника и записать их. Ими затем будут пользоваться дежурные у радиоприемника.

Для того чтобы выбрать наиболее важные и интересующие большинство слушателей передачи и лучше организовать радиослушание, нужно прежде всего выписать «Радиопрограммы». В них публикуются подробные программы на целую неделю, а выходят «Радиопрограммы» за неделю, до первого дня объявляемых программ.

Таким образом, подписчики на «Радиопрограммы» даже в Восточной Сибири получают сведения о программах центрального вещания без опоздания.

Выделенные радиокружком дежурные могут записать ежедневно программу передач центрального вещания, а также местной областной или республиканской радиостанции. На день вперед программы центрального вещания передаются ежедневно в 15 ч. 45 м. по станциям первой программы. Программа передач на данный день передается в 6 ч. 15 м., 8 ч. 15 м., 13 ч. и в 19 ч. 18 м.

На основании программ, которыми располагают дежурные члены радиокружка, завклубом или ответственное за работу радиоприемника лицо составляет расписание для радиоприема на следующий день.

Подобная организация работы позволит наладить коллективное слушание радиопередач. Для этого прежде всего нужно у входа в клуб или избу-читальню оборудовать доску с надписью «Слушайте сегодня по радио». Объявления о детских передачах вывешивают на видном месте в школе. О наиболее важных политических передачах, интересных лекциях и концертных передачах, передачах театра у микрофона специально оповещают радиослушателей во время массовых мероприятий в клубе и избе-читальне, через комсомольский и пионерский актив.

Помещение, где установлен радиоприемник, должно быть оборудовано скамейками и столами. К передачам на международные темы надо вывешивать географическую карту, к лекциям подбирать наглядные пособия, рекомендательные списки литературы. На наиболее важные политические и другие передачи, например для работников сельского хозяйства, рекомендуется приглашать опытных консультантов-пропагандистов: агронома, учителя, библиотекаря, которые могли бы ответить на возникающие у слушателей вопросы, а затем организовать обмен мнениями. Если на вопрос ответить сразу трудно, следует его переслать в то управление Государственного комитета по радиовещанию и телевидению при Совете Министров СССР, которое организовало передачу.

Особенно большое внимание надо уделять организации радиослушания в праздничные дни.

Сейчас ежедневно по первой программе в 11 часов передается производственная гимнастика. Обеспечить своевременное включение радиоприемников и радиоточек и хорошее их звучание во время передачи гимнастики является также немаловажной обязанностью радиокружка.

Пока еще далеко не везде используются большие возможности радио. Приемники в ряде случаев молчат из-за отсутствия ламп или батарей, а также из-за того, что нет людей, ответственных за их бесперебойную работу и умеющих обращаться с ними. А там, где приемники исправны, их часто включают все, кому не лень, перестраивают со станции на станцию и не дают прослушать ценные передачи.

Хороший радиокружок всегда может так наладить работу приемника, что он никогда не будет превращаться в «громкомолчатель», а умелая организация коллективного слушания радиопередач сделает приемник важным средством культурной и политической работы на селе.

* * *

Активности, инициативы и настойчивости у радиолюбителей хоть отбавляй. Сколько радиолюбителями в свое время было построено радиостанций, а теперь телевизионных центров, сколько радиоузлов!

Мы не сомневаемся, что если во главе радиокружков будут работать хорошие организаторы, которым в свою очередь будет обеспечена помощь районных организаций ДОСААФ, на селе вырастут тысячи новых замечательных радиокружков, способных решить не только те задачи, о которых мы рассказали в этой главе, а значительно более сложные.

Приложение 1

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА СХЕМАХ

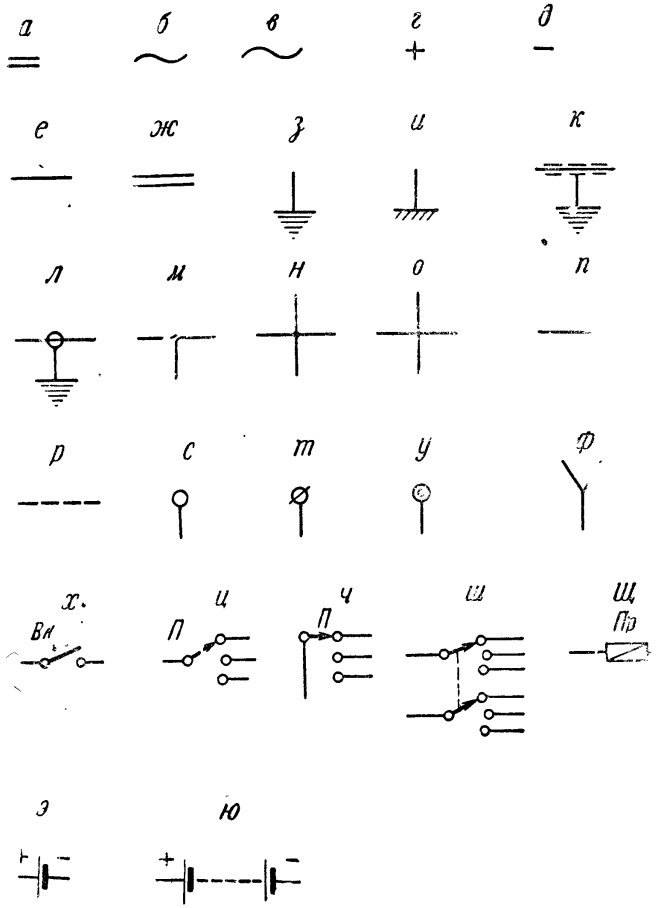


Рис. 0-1. Обозначения рода тока, напряжения, полярности, соединительных проводов, контактов и пр.: *а* — постоянный ток, напряжение постоянного тока; *б* — переменный ток, напряжение переменного тока; *в* — то же с частотой 50 *гц*; *г* — положительная полярность; *д* — отрицательная полярность; *е* — провод электрической цепи; *ж* — провода двухпроводной электрической цепи; *з* — соединение провода с землей (заземление) или с корпусом, с шасси прибора, аппарата; *и* — соединение провода с корпусом, с шасси прибора, аппарата; *к, л* — экранированный провод, экран заземлен; *м* — соединение проводов, ответвление от провода; *н* — соединение четырех проводов, два ответвления от провода в одной точке; *о* — провода

пересекаются без электрического (металлического) соединения между ними; *п* — провод продолжается за пределами схемы в направлении, показанном стрелкой; *р* — провод, наличие которого в схеме не обязательно; *с* — зажим, разъем; *т* — зажим для подключения к аппарату внешних электрических цепей; *у* — штепсельное гнездо; *ф* — антенна; *х* — выключатель; *ц, ч,* — однополосный переключатель на три направления; *ш* — двухполосный переключатель на три направления; *щ* — плавкий предохранитель; *э* — гальванический или аккумуляторный элемент; *ю* — батарея из последовательно соединенных гальванических или аккумуляторных элементов (гальваническая, аккумуляторная батарея)

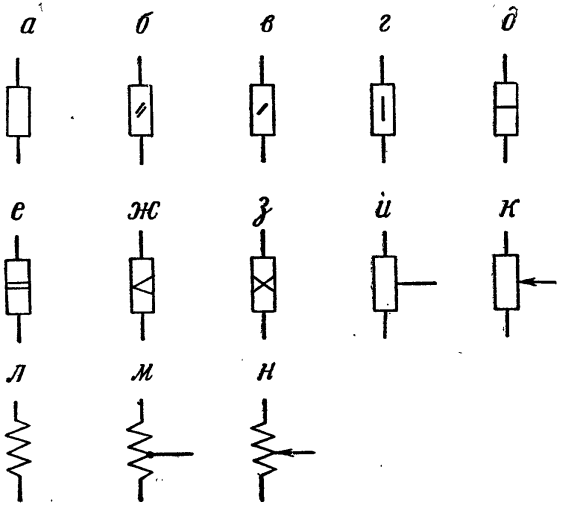


Рис. 0-2. Обозначение сопротивлений: *а* — постоянное непроволочное сопротивление, общее обозначение; *б* — постоянное непроволочное сопротивление номинальной мощностью 0,12 *вт; в* — то же, 0,25 *вт; г* — то же, 0,5 *вт; д* — то же, 1 *вт; е* — то же. 2 *вт; ж* — то же, 5 *вт; з* — то же, 10 *вт; и* — постоянное непроволочное сопротивление с отводом; *к* — переменное непроволочное сопротивление, потенциометр, регулятор громкости, регулятор тембра; *л* — постоянное проволочное сопротивление; *м* — то же с отводом; *н* — переменное проволочное сопротивление, реостат, потенциометр

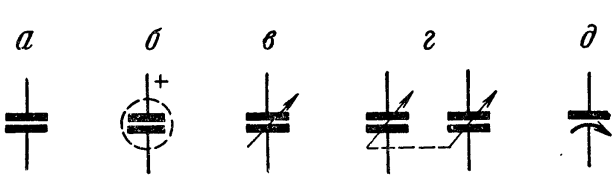


Рис. 0-3. Обозначение конденсаторов: *а* — конденсатор постоянной емкости; *б* — конденсатор постоянной емкости электролитический; *в* — конденсатор переменной емкости; *г* — блок из двух конденсаторов переменной емкости; *д* — полупеременный конденсатор (подстроечник)

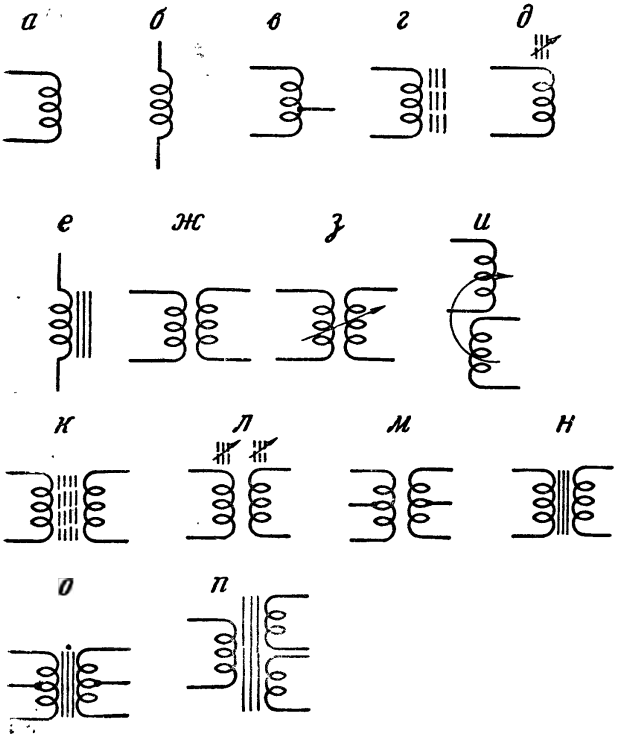


Рис. 0-4. Обозначение катушек индуктивности, дросселей и трансформаторов: *а; б* — катушка индуктивности без сердечника; *в* — то же с отводом; *г* — катушка индуктивности с магнитным сердечником из феррита, альсифера или карбонильного железа, магнитная антенна; *д* — то же, но сердечник подвижный (подстроечник); *е* — катушка индуктивности с сердечником из пластин электротехнической стали или пермаллоя, низкочастотный дроссель; *ж* — две индуктивно связанные катушки индуктивности без сердечников, трансформатор высокой (промежуточной) частоты; *з, и* — две катушки индуктивности с переменной связью между ними; связь изменяется путем изменения взаимного положения катушек; *к* — трансформатор высокой (промежуточной) частоты с сердечником из феррита, альсифера или карбонильного железа; *л* — то же, но каждая катушка трансформатора имеет отдельный магнитный сердечник (подстроечник); *м* — трансформатор высокой (промежуточной) частоты с отводами в каждой обмотке; *н* — трансформатор с сердечником из пластин электротехнической стали или пермаллоя, трансформатор НЧ, силовой трансформатор; *о* — то же с отводами в каждой обмотке; *п* — трансформатор с сердечником из пластин электротехнической стали с тремя обмотками

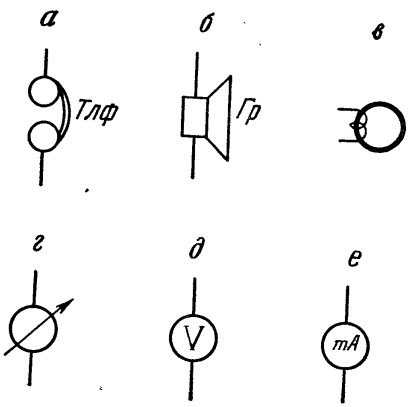


Рис. 0-5. Обозначение электроакустических и измерительных приборов: *а* — головные телефоны (наушники); *б* — громкоговоритель; *в* — магнитная головка магнитофона; *г* — общее обозначение электроизмерительного прибора, гальванометр; *д* — вольтметр; *е* — миллиамперметр.

Приложение 2

ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН ЕМКОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ И СОПРОТИВЛЕНИЙ НА СХЕМАХ

Наименование единиц измерения емкостей и сопротивлений (*мкф, пф, ом, мгом)* при числах на схемах, как правило, не ставится.

Емкость конденсаторов от 1 до 9999 *пф* обозначается целыми числами.

Емкость конденсаторов, начиная от 0,01 *мкф* (10 000 *пф*) и выше, обозначается в микрофарадах; если емкость конденсаторов равна целому числу микрофарад, то на обозначении емкости в пикофарадах после целого числа ставятся запятая и ноль.

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ом* обозначаются целыми числами.

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ком* обозначаются цифрами, указывающими число килоом, с буквой *к*. Сопротивления большей величины выражаются в мегомах, причем если величина сопротивления равна целому числу мегом, то для отличия от обозначения величины сопротивлений в омах после цифры ставятся запятая и нуль.

В отдельных, практически редко встречающихся случаях, когда величина сопротивления составляет доли ома или выражается не целым числом омов, после численного значения сопротивления наименование *ом* ставится.

Непроволочные сопротивления, рассчитанные на различную мощность, а также проволочные сопротивления обозначаются на принципиальных схемах, как указано на приведенном рисунке.

Примеры обозначения величин сопротивлений:

R_1 800	соответствует	800 *ом*
R_2 40 *к*	»	40 *ком*
R_3 1,7 *к*	»	1700 *ом*
R_4 2,0	»	2 *мгом*
R_5 13,5 *ом*	»	13,5 *ом*

Примеры обозначения емкостей конденсаторов:

C_1	65	соответствует	65 *пф*
C_2	5500	»	5500 *пф*
C_3	0,02	»	0,02 *мкф*
C_4	0,5	»	0,5 *мкф*
C_5	4,0	»	4 *мкф*

Приложение 3

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В СХЕМАХ ЭТОЙ КНИГИ

Параметры и цифровые данные режимов работы ламп приводятся ниже вместе с изображением их цоколевки. В числителе указывается напряжение на данном электроде относительно катода в вольтах, в знаменателе — ток в амперах или миллиамперах. Для ламп, требующих автоматического смещения, у вывода катода указывается величина сопротивления в катоде. У двойных триодов значение параметров приводится для одного триода.

Нумерация штырьков (внешних выводов) соответствует виду на цоколь лампы снизу.

Сокращения и условные обозначения

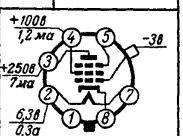
ВЧ — высокая частота.
УВЧ — ультравысокая частота.
НЧ — низкая частота.
S — крутизна характеристики, *ма/в*.
$S_п$ — крутизна преобразования, *ма/в*.
$S_г$ — крутизна гетеродинной части лампы, *ма/в*.
R_i — внутреннее сопротивление, *ком*.
μ — коэффициент усиления.
$R_а$ — сопротивление нагрузки, *ком*.
$P_а$ — максимально допустимая мощность, рассеиваемая на аноде, *вт*.
$P_{вы}$ — полезная мощность (получающаяся при допустимой величине коэффициента нелинейных искажений), *вт*.
$C_{а\text{-}к}$ — емкость анод-катод у диодов, *пф*.
$C_{вх}$ — входная емкость (сетка-катод у триодов и сетка-катод, экран и защитная сетка у пентодов), *пф*.
$C_{вых}$ — выходная емкость (анод-катод у триодов и анод-катод, экран и защитная сетка у пентодов), *пф*.
$C_{пр}$ — проходная емкость (управляющая сетка-анод), *пф*.
$U_{обр}$ — наибольшая амплитуда обратного напряжения между анодом и катодом, *в*.
$I_т$ — наибольший импульс выпрямленного тока (на один анод), *ма*.
$I_в$ — выпрямленный ток (на один анод), *ма**.

---

* Указанные в справочных данных параметры ламп (крутизна, коэффициент усиления и др.) не рассматривались в главе пятой, так как знание их не является необходимым для начинающего радиолюбителя. Эти параметры приводятся здесь для того, чтобы справочные сведения были более полными. О параметрах ламп можно прочитать в литературе, рекомендованной на стр. 504—508.

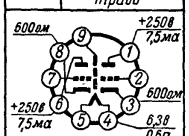
СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

6К7 — Пентод в ч



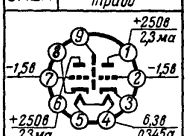
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
1,45	800	7	12	0,005

6Н1П — Двойной триод



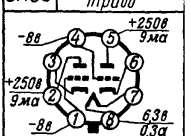
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
4,35	11	3,1	1,75	2,2

6Н2П — Двойной триод



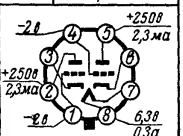
S	R_i	P_a	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
2	49	1	2,25	3,1	0,7

6Н8С — Двойной триод



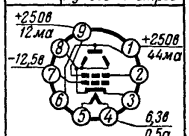
S	R_i	P_a	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
2,6	7,9	2,75	2,9	1,0	3,9

6Н9С — Двойной триод



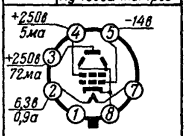
S	R_i	P_a	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
1,6	44	1,1	3,2	3,5	2,8

6П1П — Выходной лучевой тетрод



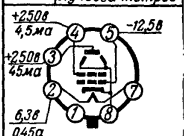
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
4,9	42,5	5	12	3,8

6П3С — Выходной лучевой тетрод



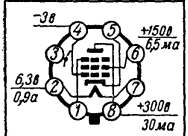
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
6	22,5	2,5	20,5	6,5

6П6С — Выходной лучевой тетрод



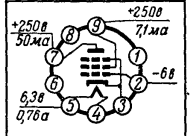
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
4,1	52	5	13,2	4,5

6П9 — Выходной телевизионный пентод



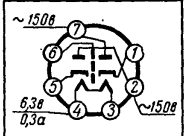
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
11,7	130	10	9	2,4

6П14П — Выходной пентод



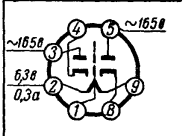
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
11	20	5,2	12	4,5

6Х2П — Двойной диод



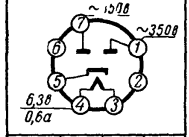
$U_{обр}$	I_m	$I_в$	$C_{а-к}$	R_i
450	90	10	3,4	250

6Х6С — Двойной диод



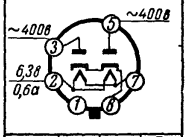
$U_{обр}$	I_m	$I_в$	$C_{а-к}$	R_i
465	50	9	4	0,5

6Ц4П — Кенотрон



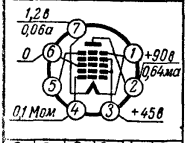
$U_{обр}$	I_m	$I_в$	R_i
1000	300	37	0,25

6Ц5С — Кенотрон



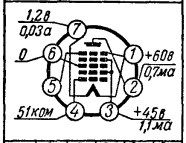
$U_{обр}$	I_m	$I_в$	R_i
1375	300	37	0,25

1А1П — Гептод преобразователь



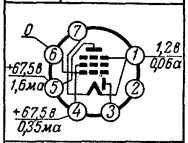
$S_п$	$S_г$	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,25	0,82	—	7	7	0,4

1А2П — Гептод преобразователь



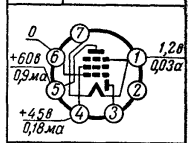
$S_п$	$S_г$	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,24	0,82	—	5,1	6,3	0,6

1Б1П — Диод-пентод



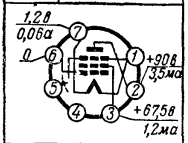
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
0,62	1000	—	—	—

1Б2П — Диод-пентод



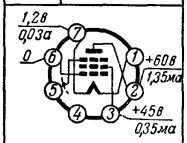
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,55	1000	1,85	2,1	0,27

1К1П — Пентод в.ч.



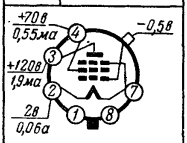
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,69	170	3,5	7,5	0,01

1К2П — Пентод в.ч.



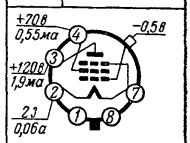
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,7	1500	3	4,9	0,01

2Ж2М — Пентод в.ч.



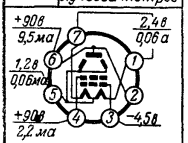
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,95	1000	5,45	8,1	0,02

2К2М — Пентод в.ч.



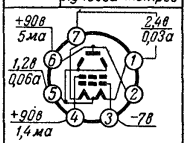
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,95	1000	5,45	8,1	0,02

2П1П — Выходной лучевой тетрод



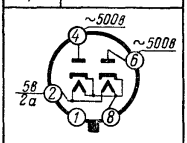
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
2	100	10	0,85	0,21

2П2П — Выходной лучевой тетрод



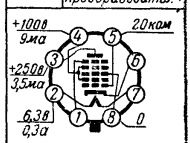
S	R_i	R_a	P_a	$P_{вых}$
—	—	15	0,4	0,2

5Ц4С — Кенотрон



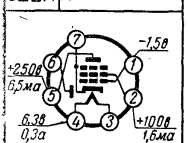
$U_{обр}$	I_m	$I_в$	R_i
1350	375	62,5	0,15

6А10С — Гептод преобразователь



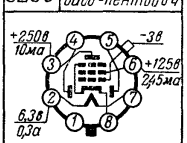
$S_п$	$S_г$	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,45	4,7	1000	9	10	0,13

6Б2П — Диод-пентод в.ч.



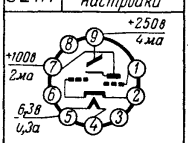
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
2,7	700	4,2	4,1	0,008

6Б8С — Двойной диод-пентод в.ч



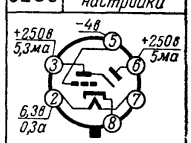
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
1,35	—	4	9	0,008

6Е1П — Индикатор настройки



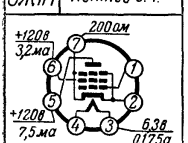
S	μ	R_a
0,5	24	1000

6Е5С — Индикатор настройки



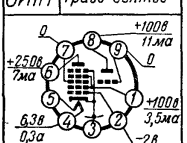
S	μ	R_a
1,2	24	1000

6Ж1П — Пентод в.ч.



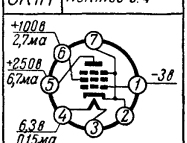
S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
5,2	300	4,35	2,45	0,025

6И1П — Триод-гептод



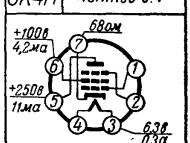
$S_п$	$S_г$	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
0,77	—	700	5,1	7,4	0,08

6К1П — Пентод в.ч



S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
1,85	450	3,4	3	0,01

6К4П — Пентод в.ч



S	R_i	$C_{вх}$	$C_{вых}$	$C_{пр}$
4,4	1500	5,5	5	0,035

ДАННЫЕ ПРОВОДОВ

Медный провод

Диаметр провода, *мм*				Вес 100 *м* провода, *г*			Сопротивление 100 *м* провода, *ом*	Допустимая нагрузка, *а* (при 2 *а/мм²*)
без изоляции	ПЭЛ 1	ПЭШО	ПШД	ПЭЛ 1	ПЭШО	ПШД		
0,08	0,095	—	—	4,6	—	—	350	0,0100
0,10	0,115	0,165	0,20	7,3	8,9	10,3	224	0,0157
0,11	0,125	0,175	0,21	8,8	10,5	12,0	185	0,0190
0,12	0,135	0,185	0,22	10,4	12,3	13,8	155	0,0226
0,13	0,145	0,195	0,23	12,1	14,1	15,7	132	0,0266
0,14	0,155	0,205	0,24	14,0	16,1	17,8	114	0,0308
0,15	0,165	0,215	0,25	15,2	18,4	20,1	99,4	0,0354
0,16	0,175	0,225	0,26	18,3	20,6	22,4	87,3	0,0402
0,17	0,185	0,235	0,27	20,6	23,0	24,9	77,3	0,0454
0,18	0,195	0,245	0,28	23,1	25,6	27,6	68,8	0,0510
0,19	0,205	0,255	0,29	25,8	28,4	30,4	61,8	0,0568
0,20	0,215	0,280	0,32	28,5	31,2	33,3	55,8	0,0628
0,21	0,230	0,290	0,33	31,6	34,6	36,4	50,7	0,0692
0,23	0,250	0,310	0,35	37,8	41,0	42,9	42,3	0,0831
0,25	0,270	0,330	0,37	44,5	48,0	50,1	35,7	0,0982
0,27	0,295	0,355	0,39	52,1	56,0	57,8	30,6	0,115
0,29	0,315	0,375	0,41	60,1	64,1	66,1	26,6	0,132
0,31	0,340	0,400	0,43	68,8	73,3	74,9	23,3	0,151
0,33	0,360	0,420	0,45	77,8	82,6	84,2	20,5	0,171
0,35	0,380	0,440	0,47	87,4	92,4	94,2	18,2	0,192
0,38	0,410	0,470	0,50	103	108	110	15,5	0,226
0,41	0,440	0,505	0,53	120	126	127	13,3	0,264
0,44	0,475	0,535	0,56	138	144	146	11,5	0,304
0,47	0,505	0 565	0,59	157	164	165	10,1	0,346
0,49	0,525	0,585	0,61	171	178	179	9,31	0,378
0,51	0,545	0,610	0,63	185	193	194	8,59	0,408
0,55	0,590	0,650	0,67	215	223	224	7,39	0,476
0,59	0,630	0,690	0,71	247	256	257	6,43	0,546
0,64	0,680	0,740	0,76	291	301	302	5,46	0,644
0,69	0,730	0,790	0,81	342	353	354	4,69	0,748
0,74	0,790	0,850	—	389	401	—	4,08	0,860
0,80	0,850	0,910	—	449	462	—	3,49	1,01
0,86	0,910	0,970	—	524	538	—	3,02	1,16
0,93	0,980	1,040	—	612	627	—	2,58	1,36
1,00	1,050	1,120	—	707	724	—	2,24	1,57

Примечания: 1. Сопротивление реостатных проводов больше, чем сопротивление медного провода, соответственно для никелина и манганина в 23,5 раза, для константана — в 27 раз и для нихрома — в 56 раз. Нагрузка током для реостатов допускается 5 *а/мм²*.

2. Для другой нагрузки током данные последнего столбца соответственно изменяются; например, при нагрузке 3 *а/мм²* их следует увеличить в полтора раза.

ТЕЛЕГРАФНАЯ АЗБУКА

Буквы	Радиомелодия	Знак	Буквы	Радиомелодия	Знак
А	ти-таа	· —	С	ти-ти-ти	· · ·
Б	таа-ти-ти-ти	— · · ·	Т	таа	—
В	ти-таа-таа	· — —	У	ти-ти-таа	· · —
Г	таа-таа-ти	— — ·	Ф	ти-ти-таа-ти	· · — ·
Д	таа-ти-ти	— · ·	Х	ти-ти-ти-ти	· · · ·
Е	ти	·	Ц	таа-ти-таа-ти	— · — ·
Ж	ти-ти-ти-таа	· · · —	Ч	таа-таа-таа-ти	— — — ·
З	таа-таа-ти-ти	— — · ·	Ш	таа-таа-таа-таа	— — — —
И	ти-ти	· ·	Щ	таа-таа-ти-таа	— — · —
К	таа-ти-таа	— · —	Ы	таа-ти-таа-таа	— · — —
Л	ти-таа-ти-ти	· — · ·	Ю	ти-ти-таа-таа	· · — —
М	таа-таа	— —	Я	ти-таа-ти-таа	· — · —
Н	таа-ти	— ·	Й	ти-таа-таа-таа	· — — —
О	таа-таа-таа	— — —	Ь	таа-ти-ти-таа	— · · —
П	ти-таа-таа-ти	· — — ·	Э	ти-ти-таа-ти-ти	· · — · ·
Р	ти-таа-ти	· — ·			

Цифры	Радиомелодия	Знак
1	ти-таа-таа-таа-таа	· — — — —
2	ти-ти-таа-таа-таа	· · — — —
3	ти-ти-ти-таа-таа	· · · — —
4	ти-ти-ти-ти-таа	· · · · —
5	ти-ти-ти-ти-ти	· · · · ·
6	таа-ти-ти-ти-ти	— · · · ·
7	таа-таа-ти-ти-ти	— — · · ·
8	таа-таа-таа-ти-ти	— — — · ·
9	таа-таа-таа-таа-ти	— — — — ·
0	таа-таа-таа-таа-таа	— — — — —
0	таа (сокращенно)	— · · — ·

Знаки препинания и служебные знаки

. точка	· · · · · ·	/ дробная черта	— · · — ·
, запятая	· — · — · —	ждать	· — · · ·
? вопр. знак	· · — — · ·	ошибка	· · · · · · ·
! воскл. знак	— — · · — —	поправка	· · · ·
; точка с запятой	— · — · — ·	конец передачи	· — · — · —
» кавычки	· — · · — ·	конец (полный)	· · · — · —
= знак раздела	— · · · —	№	— · — ·
() скобки	— · — · · —	знак начала	— · — · —
: двоеточие	— — — · · ·	перехожу на прием	— · —

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С РАДИОУСТАНОВКАМИ

При работе с радиоустановками, особенно питающимися от электросети, необходимо соблюдать правила техники безопасности, так как поражение электрическим током представляет большую опасность. Ток в 0,1 *а*, проходящий через внутренние органы человека, во многих случаях является смертельным.

Величина тока зависит от напряжения, действующего на человека, и от сопротивления тела. Принято считать, что напряжение от 110 *в* и выше уже является весьма опасным. В некоторых случаях серьезные поражения можно получить и при более низком напряжении.

Особенно опасным является прикосновение к двум полюсам источника напряжения. Прикосновение к одному полюсу часто также весьма опасно, если человек не изолирован от земли.

Сопротивление, определяющее величину тока в теле человека, зависит от многих причин. Чем больше площадь соприкосновения тела с проводником, находящимся под напряжением, чем больше влажность кожи и чем хуже изоляция человека от земли, тем меньше сопротивление и тем больше получится ток. Кроме того, сопротивление тела человека зависит от его физического состояния. Так, например, при опьянении сопротивление уменьшается и результаты поражения током получаются более тяжелыми.

При малой площади соприкосновения с проводом, при сухой коже и наличии хорошей изоляции между телом человека и землей (резиновые калоши, сухое дерево и т. д.) сопротивление увеличивается и, следовательно, опасность поражения током уменьшается.

Меры предосторожности при работе с радиоустановками в основном сводятся к тому, чтобы оградить человека от прохождения через него тока.

Не следует прикасаться к проводам, находящимся под напряжением. Надо остерегаться распространенной и вредной привычки проверять наличие напряжения в сети прикосновением к ней пальцами.

Монтаж радиоустановки должен быть сделан так, чтобы провода, находящиеся под напряжением, были недоступны для прикосновения.

Налаживание радиоаппаратуры (замена ламп, подключение к схеме каких-либо приборов и деталей и т. д.) надо производить только при отключенном высоком напряжении. Надо помнить, что конденсаторы сглаживающего фильтра после отключения выпрямителя от сети могут остаться заряженными. Их следует разрядить с помощью отвертки с хорошо изолированной ручкой.

Если все же создается необходимость работы при наличии высокого напряжения, то ни в коем случае нельзя производить работу сразу двумя руками. В этом случае надо работать одной правой рукой, заложив левую за спину. Кроме того, необходимо хорошо изолировать свое тело от земли. Для этого применяют резиновый коврик или крепкие сухие калоши. В крайнем случае для изоляции от земли можно применить сухое дерево, например встать на колени на сухой стул или табурет. Инструменты, применяемые при работе под напряжением, должны иметь изолирующие ручки. На плоскогубцы, кусачки, отвертки надевают куски резиновой трубки или обматывают их изоляционной лентой.

Металлический корпус (шасси) радиоаппаратуры, стальные сердечники трансформаторов и дросселей, экранирующие кожухи и экранирующие оболочки проводов должны быть всегда надежно заземлены.

Приложение 7

КАК СТАТЬ УЧАСТНИКОМ ВСЕСОЮЗНОЙ ВЫСТАВКИ ТВОРЧЕСТВА РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ-КОНСТРУКТОРОВ ДОСААФ

Прием экспонатов на очередную выставку радиолюбительского творчества объявляется в журнале «Радио».

Конструкция, которую желает продемонстрировать на выставке радиолюбитель, сразу не посылается. В выставочный комитет нужно направить в двух экземплярах следующие материалы:

1. Описание конструкции, отпечатанное на пишущей машинке или разборчиво написанное от руки чернилами на одной стороне листа с полями.

В тексте описания следует делать ссылки на чертежи, которые должны быть пронумерованы. К описанию должна быть приложена написанная на отдельном листе краткая аннотация, в которой указываются наиболее характерные особенности экспоната.

2. Схему конструкции, начерченную тушью или чернилами с обозначением основных деталей аппарата на отдельном листе размером 250×150 *мм*². Описание, чертежи и схемы должны быть подписаны конструктором экспоната.

3. Фотоснимки внешнего вида и внутреннего монтажа аппаратуры размером 9×12 *см*².

4. Фотографию автора конструкции размером 9×12 *см*².

5. Сведения об авторе: имя, отчество, фамилия, возраст, партийность, специальность, образование, место работы, должность, радиолюбительский стаж, членство в ДОСААФ и радиоклубе, точный адрес, в каких радиовыставках участвовал ранее.

6. Технический акт испытания в местном радиоклубе или радиоузле посылаемой на выставку конструкции.

Все материалы (описание, фотографии, схемы, анкета и технический акт испытания) заверяются местным радиоклубом или радиоузлом. Формы актов, отпечатанные типографским путем, рассылаются в местные радиоклубы выставочным комитетом.

Сельские радиолюбители испытывают свои конструкции в районных радиоузлах.

К описаниям экспонатов по разделу «Применение радиометодов в народном хозяйстве», находящихся в эксплуатации, необходимо прилагать справки от организаций, эксплуатирующих эти приборы. В справке должны быть указаны достоинства и недостатки данного прибора или аппарата.

После того как весь материал будет рассмотрен, выставочный комитет направит участнику выставки свою оценку его работы. Адрес секретариата выставочного комитета: Москва, Сретенка, д. 26/1, Центральный радиоклуб ДОСААФ.

Приложение 8

ГДЕ ПОЛУЧИТЬ КОНСУЛЬТАЦИЮ ПО РАДИОТЕХНИКЕ

Для получения консультации по радиотехнике следует обращаться в местные радиоклубы ДОСААФ (их адреса имеются в организациях ДОСААФ).

Консультация редакции журнала «Радио» (Москва, К-31, Петровка, 12, телефон Б-8-88-81) дает консультацию по материалам, опубликованным в журнале, только на страницах журнала в разделе «Наша консультация».

Можно получить консультацию в Отделе науки и техники Государственного комитета по радиовещанию и телевидению при Совете Министров СССР по адресу: Москва, Радио, Отдел науки и техники, радиоконсультация. Для ответа на письмо следует вложить конверт с надписанным адресом отправителя и наклеенной почтовой маркой.

По приказу министра связи СССР консультацию радиолюбителям должны также давать в местных радиоузлах Министерства связи.

Приложение 9

ОТКУДА ВЫПИСАТЬ РАДИОАППАРАТУРУ И ДЕТАЛИ

Радиотовары высылает центральная торговая база Посылторга (и ее отделения) согласно прейскуранту, который имеется во всех почтовых отделениях.

Заказы на радиодетали выполняет центральная торговая база по дополнительному списку.

Прейскурант и дополнительный список на радиодетали можно выписать непосредственно с базы, выслав в ее адрес за пересылку 60 коп. почтовыми марками.

Адрес Центральной торговой базы «Посылторга»: Москва, Е-233, Авиамоторная ул., 50.

Отделения Центральной торговой базы «Посылторга» находятся в городах: Свердловск (ул. Решетникова, 23); Новосибирск (ул. Степана Разина, 52); Ростов-на-Дону (Московская ул., 122); Ташкент (ул. Островского, 3).

Наборы радиодеталей для сельских радиолюбителей можно заказывать через культмаги и раймаги потребительской кооперации, которые имеют соответствующие каталоги. Магазины направляют заказы в Московскую базу «Главкоопкультторга» по адресу: Москва, Б-5, 1-й Переведеновский пер., 43, и база направляет посылку с набором в магазин.

Прейскуранты-каталоги Московской базы Главкоопкультторга имеются в магазинах Потребкооперации.

Приложение 10

КАК ВЫПИСАТЬ РАДИОТЕХНИЧЕСКУЮ ЛИТЕРАТУРУ

Издательства книг не высылают. Книги, выпускаемые массовым тиражом, высылают наложенным платежом (без задатка) — «Книга—почтой».

Обращайтесь по адресу: г. Москва, В-218, 5-я Черемушкинская, 14, книжный магазин № 93 «Книга—почтой».

Магазин высылает список имеющейся литературы по запросу, к которому прилагается конверт с наклеенной маркой.

Высылку книг наложенным платежом производят также магазины технической книги: № 8 — Москва, Петровка 15, и № 77 — Москва, Столешников пер., 14.

Отделения «Книга—почтой» имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР. Заказ следует писать так: название республиканского, краевого или областного центра, Книготорг, отделению «Книга—почтой».

Радиотехническую литературу, издаваемую Воениздатом или Издательством ДОСААФ, можно выписать через организацию «Военная книга—почтой», которая высылает книги также наложенным платежом без задатка. Обращаться можно по одному из следующих адресов: Москва, Г-2, Арбат, 21; Киев, Красноармейская, 10; Куйбышев, Куйбышевская, 91; Ленинград, Невский, 20; Львов, ул. Горького, 5; Минск, ул. Куйбышева, 24; Новосибирск, Красный проспект, 23; Одесса, Дерибасовская, 13; Рига, Б. Смилину, 16; Ростов-на-Дону, Буденновский, 103; Свердловск, ул. Ленина, 56; Ташкент, ул. Ленина, 94; Тбилиси, пл. Ленина, 4; Хабаровск, ул. Серышева, 11.

Книги в адрес «Полевая почта» и «До востребования» высылаются только по получении их стоимости и стоимости пересылки. Рекомендуем заказывать литературу текущего или прошлого года. Популярная литература по радиоэлектронике расходится очень быстро и поэтому книги прошлых лет уже все распроданы.

КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «РАДИО»

Подписка на журнал «Радио» принимается **без ограничения** во всех почтовых отделениях и отделениях «Союзпечати». Подписная плата на год 3 р. 60 к.

Если вы не успели подписаться на год, можно подписаться с любого очередного месяца. Редакция подписки не принимает.

ГДЕ МОЖНО ЗАКАЗАТЬ ФОТОКОПИИ СТАТЕЙ, СХЕМ И ОТДЕЛЬНЫХ СТРАНИЦ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

Вам необходимо описание какой-нибудь конструкции, схемы, опубликованной в журнале «Радио» или в книге, которую трудно достать. В этих случаях советуем обращаться в библиотеки, имеющие фотолаборатории:

1. Москва, Центр, Библиотека имени Ленина.

Стоимость фотокопии с одной страницы (черное изображение на белом фоне) размером 9×12 *см* — 10 коп.; 13×18 *см* — 13 коп.; 18×24 *см* — 17 коп.

В письме нужно указать фамилию автора, название и том книги или название и номер журнала, год издания, название журнальной статьи и номера страниц, с которых вы желаете получить фотокопии, и, конечно, свой адрес.

Заказы выполняются в течение месяца, фотокопии высылаются наложенным платежом.

2. Москва, Ж-74, площадь Ногина, 2/5, фотолаборатория Государственной научной библиотеки (ГНБ).

Стоимость фотокопии с одной страницы (черное изображение на белом фоне) размером 9×12 *см* — 7 коп.; 13×18 *см* — 9 коп. Заказы выполняются в течение трех-четырех недель, фотокопии высылаются наложенным платежом.

3. Москва, Центр, Кузнецкий мост, 12, Государственная публичная научно-техническая библиотека СССР.

Стоимость фотокопии с одной страницы (черное изображение на белом фоне) размером 9×12 *см* — 8 коп.; 13×18 *см* — 11 коп.; 18×24 *см* — 14 коп. Фотокопии высылаются наложенным платежом.

4. Ленинград, 11, Садовая ул., 18, Государственная библиотека имени Салтыкова-Щедрина, Отдел внешнего обслуживания.

Стоимость фотокопии с одной страницы (белое изображение на черном фоне) размером: 9×12 *см* — 10 коп.; 13×18 *см* — 14 коп.; 18×24 *см* — 19 коп.

Отсюда наложенным платежом фотокопии не высылаются. Одновременно с заказом должен быть послан денежный перевод по адресу: Ленинград, Куйбышевское отделение Госбанка, расчетный счет № 93013 Отдела внешнего обслуживания Государственной библиотеки имени Салтыкова-Щедрина.

Почтовую квитанцию о сделанном переводе (или копию с квитанции, заверенную на почте) необходимо выслать вместе с заказом в Отдел внешнего обслуживания библиотеки.

АДРЕСА ИЗДАТЕЛЬСТВ, ВЫПУСКАЮЩИХ ЛИТЕРАТУРУ ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

Госэнергоиздат, Редакция массовой радиобиблиотеки — Москва, Ж-114, Шлюзовая набережная, 10.

Издательство ДОСААФ — Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., 26.

Связьиздат — Москва, Чистые пруды, 2.

Редакция журнала «Радио» — Москва, К-31, Петровка, 12.

НАЗВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ

Название типа гальванического элемента или батареи, согласно Государственному стандарту, состоит из группы букв и двух чисел: первое число стоит до букв, а второе — после них.

Первые прописные (большие) буквы в группе указывают на назначение элемента или батареи:

А — батарея Анодная,

АН — батарея Анодная и Накальная.

АНС — батарея Анодная, Накальная и Сеточная.

АС — батарея Анодная и Сеточная.

Н — элемент или батарея Накальная.

П — элемент или батарея для питания Приборов различного назначения.

С — батарея Сеточная,

СА — батарея для Слухового аппарата, Анодная.

СН — элемент или батарея для Слухового аппарата, Накальная.

Т — элемент для Телефонной аппаратуры (применим для питания накала).

Ф — элемент или батарея Фонарная,

Э — батарея для Электронной фотовспышки.

Следующие прописные буквы в наименовании элемента или батареи указывают на их основные конструктивные данные:

ВМЦ (или В) — элемент или батарея с Воздушно-Марганцовой деполяризацией, с Цинковым катодом (катодами).

МЦ — элемент или батарея с Марганцовой деполяризацией, с Цинковым катодом (катодами), стаканчиковой конструкции.

МЦГ — то же, Галетной конструкции.

После группы прописных букв в названии элемента или батареи может стоять строчная (маленькая) буква «х», указывающая, что они холодоустойчивы (работоспособны при низких отрицательных температурах), или буква «у», указывающая, что это «универсальные» элемент и батарея в том смысле, что их можно применять в широком диапазоне отрицательных и положительных температур. Если в наименовании нет маленькой буквы, батарея или элемент рассчитаны на применение только в нормальных температурных условиях.

Число в начале названия элемента или батареи указывает их начальное напряжение в вольтах, а число после буквенной группы — их начальную емкость в ампер-часах либо продолжительность работы при разряде на сопротивление заданной величины до определенного конечного напряжения в часах или минутах; в последнем случае после числа имеется соответственно буква «ч» или «м».

Число в названии анодно-накальной, анодно-сеточной или анодно-накально-сеточной батареи характеризует только ее анодную часть.

Если в конце названия гальванического элемента или батареи стоит буква «П», значит они имеют панельки с гнездами, к которым выведены их полюсы.

Кроме указанных условных названий, на некоторых гальванических элементах или батареях наносятся их «торговые» названия (например, «Сатурн, «Экран» и т. п.).

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАТАРЕЙ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Наименование изделий		Конструкция	Напряжение, *в*	Емкость, *а·ч*	Продолжительность работы, час	Гарантийная сохранность, месяцы	Сопротивление внешней цепи, *ом*	Конечное напряжение, *в*	Размеры максимальные, *мм*			Вес максимальный, *кг*
новое	старое								длина	ширина	высота	
102-АМЦ-у-1,0	БАС-80-у-1,0	Стаканчиковая	102	1,0	95	15	7000	60	218	138	73	3,0
102-АМЦ-х-1,0	БАС-80-х-1,0	»	102	1,0	—	15	7000	60	218	138	73	3,0
68-АМЦ-х-0,6	БАС-60-х-0,6	»	68	0,6	—	12	4680	40	174	112	50	3,0
160-АМЦГ-0,35	БАС-Г-160	Галетная	160	0,35	—	6	11700	100	109	77	144	1,8
120-АМЦГ-0,27	БАС-Г-120	»	120	0,27	—	6	8750	56	240	94	40	1,3
102-АМЦГ-1,2	БАС-Г-90	»	102	1,2	—	12	7000	60	185	145	59	2,5
100-АМЦГ-у-2,0	БАС-Г-80-у-2,1	»	100	2,0	180	15	7000	60	218	138	73	3,35
100-АМЦГ-2,0	БАС-Г-80-л-2,1	»	100	2,0	180	15	7000	60	218	138	73	3,35
100-АМЦГ-0,7	БАС-Г-80-л-0,8	»	100	0,7	66	15	7000	60	174	117	53	1,7
70-АМЦГ-у-1,3	БАС-Г-60-у-1,3	»	70	1,3	120	15	4680	40	174	112	50	1,6
70-АМЦГ-1,3	БАС-Г-60-л-1,3	»	70	1,3	120	15	4680	40	174	112	50	1,6
13-АМЦГ-у-0,5	—	»	13	0,5	500	18	10 000	8	65	51	41	0,25
13-АМЦГ-0,5	БАС-Г-13	»	13	0,5	—	12	1,0***	8	70	52	42	0,25
117-АНСМЦ-18ч	БАНСС-18	Анод—галетная, накал—стаканчиковая							116	52	140	1,2
Анодная			117	—	27	6	17300	71				
Накальная			2,95	—	18	6	17,3	9,24				

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАТАРЕЙ, ВХОДЯЩИХ В КОМПЛЕКТЫ

Наименование изделий			Конструкция	Напряжение, *в*	Емкость, *а-ч*
новое	старое	торговое			
1	2	3	4	5	6
70-АМЦГ-5	БС-Г-70	«Дружба»	Галетная	70	5
1,28-НВМЦ-525	БНС-МВД-500	«Девиз»	Стаканчиковая	1,28	525
54-АСМЦГ-5-п	БС-Г-60-с-8	«Энергия»	Галетная:		
			анодная	54	5
			сеточная	4	5
1,28-НВМЦ-525-п	БНС-МВД-400	«Экран»	Стаканчиковая	1,28	525
65-АНМЦ 1,3п	«Тула»	«Тула—Заря»	Анод—галетная	65	1,3
			Накал—стаканчиковая	2,5	29,5
123-АСМЦГ-60ч	БАС-Г-120-с-0,45	Анод—«Воронеж»	Галетная:		
			анодная	123	60
			сеточная	12,8	60
1,46-НМЦ-60ч	БНС-15	Накал—«Воронеж»	Стаканчиковая	1,46	60
75-АМЦГ-22ч	—	«Радуга»	Галетная	75	—
5,6-НМЦГ-22ч	—	«Рассвет»	»	5,6	—
1,6-ФМЦ-у-3,2	1-кс-у-3	«Сатурн»	Стаканчиковая	1,6	—
70-АНВ-275-ч	—	«Электрон»	Анод—галетная	70	—
			Накал—стаканчиковая	5,2	—
67,5-АМЦГ-у-0,06	—	«Малыш» (анод)	Галетная	67,5	0,006

ПИТАНИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ

Продолжительность работы, час	Сопротивление внешней цепи, *ом*	Конечное напряжение, *в*	Размеры максимальные, *мм*			Вес максимальный, *кг*	Применение для приемников
			длина	ширина	высота		
7	8	9	10	11	12	13	14
120	1000	35	155	155	215	8,5	«Родина-47»
1100	2	0,8	160	160	185	6,5	
120	800	27					
120	60	2	225	85	235	7,5	«Искра-49», «Родина-52», «Новь»
1100	2	0,8	160	160	185	6,5	
120	4680	40	125	120	190	3,5	«Тула», «Заря», «Луч»
280	20	1,4					
—	9000	65	280	53	85	1,65	«Воронеж»
—	940	7					
—	3	0,9	180	45	105	1,3	
22	800	45	95	40	70	0,36	«Дорожный», «Турист» (переносный), «Турист»
22	75	3,8	80	50	57	0,34	
20	10	0,85	—	∅ 34	64	0,105	
275	8000	45	235	120	150	5,2	«Дорожный» (стационарный)
275	75	3,8					
10	10330	48	64	38	67	0,25	«Малыш»

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАТАРЕЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СЛУХОВЫХ АППАРАТОВ

Наименование изделий			Конструкция изделий	Напряжение, *в*	Емкость, *а-ч*	Продолжительность работы, час	Сопротивление внешней цепи, *ом*	Конечное напряжение, *в*	Размеры максимальные, *мм*			Максимальный вес, *кг*	Применение
новое	старое	торговое							длина	ширина	высота		
49-САМЦГ-0,25-п	ГБ-СА-45]	Анод «Звук»	Галетная	49	0,25	100	25000	30	80	25	100	0,25	Для слухового аппарата «Звук»
1,58-СНМЦ-2,5-п	НС-СА	Накал «Звук»	Стаканчиковая	1,58	2,5	20	10	1,0	—	36	101	0,16	
31-САМЦЧ-0,02	ГБЧ-СА-30	Анод «Слух»	Чашечковая	31	0,02	40	50000	20	34	20	46	0,04	Для слухового аппарата «Слух»
1,5-СНМЦ-0,6	КБ-СА	Наука «Слух»	Стаканчиковая	1,5	0,6	12	25	1,0	—	20	59,5	0,04	
4,2-САМЦ-1,0	БГ-4,5	—	Стаканчиковая	4,2	1,0	—	10	2,0	102	37	81	0,4	Для слухового аппарата старой конструкции
1,5-СТМЦ-60ч	—	«Кристалл»	Стаканчиковая	1,5	—	60	200	1,0	—	16	50	0,025	Для слухового аппарата «Кристалл»
330-ЭВМЦГ-1000	—	«Молния»	Галетная	330	—	1000/400	—	240	120	62	132	1,4	Для электронной вспышки ЭВ1
15-РММЦГ-20ч	—	«Звукозапись»	То же	15	—	20	80	9	142	56	87	1,3	Для мотора репортерского магнитофона

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ ДЛЯ ФОНАРЕЙ И ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ

Наименование изделий			Напряжение, *в*	Емкость		Продолжительность работы		Гарантийная сохранность, месяцы	Сопротивление внешней цепи, *ом*	Конечное напряжение, *в*	Размеры максимальные, *мм*			Вес максимальный, *кг*
новое	старое	торговое		минимальная, *а-ч*	средняя, *а-ч*	минимальная, час	средняя, час				длина	ширина	высота	
1,5-ТМЦ-29,5	3с-Л-30	—	1,5	29,5	—	280	—	18	10	0,7	57	57	132	0,7
1,66-ТМЦ-у-28	3-с-у-30	—	1,66	28	—	280	—	18	10	0,7	57	57	132	0,7
1,35-ТВМЦ-50	3с-МВД	—	1,35	45	—	520	570	15	10	0,7	57	57	132	0,6
1,46-ТМЦ-7,5	2-кс-л-8	—	1,46	7,5	—	—	—	12	10	0,7	—	40,5	112	0,3
1,6-ТМЦ-у-8	2кс-у-8	—	1,6	8,0	—	—	—	12	10	0,7	—	40,5	112	0,3
1,6-ФМЦ-у-3,2	1-кс-у-3	«Сатурн»	1,6	3,2	—	32	—	12	10	0,7	—	34	64	0,105
4,1-ФМЦ-0,7	КБС-х-0,7	—	4,1	—	0,7	3	—	8	10	2,0	63	22	67	0,16
3,7-ФМЦ-0,5	КБС-Л-0,50	—	3,7	—	0,5	2	—	6	10	2,0	63	22	67	0,16
1,3-ФМЦ-0,25	ФБС-0,25	—	1,3	—	0,25	—	—	4	150	0,6	—	21,1	37,5	0,022
1,30-НВМЦ-150	6-С-МВД	—	1,3	135	150	700	800	15	5	0,7	82	82	176	1,7
1,3-НВМЦ-75	—	«Прибой»	1,3	75	—	300	—	12	4,5	0,95	162	57	132	2,0
1,3-НВМЦ-250	—	«Волна»	1,3	260	—	1000	—	15	4,5	0,95	228	80	170	5,0
1,2-ВД-300	ВД-250	—	1,2	300		—	—	12	500	1,0	185	110	312	4,5

ЛИТЕРАТУРА ПО РАДИОТЕХНИКЕ
КНИГИ И БРОШЮРЫ ОБ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ И ДОСТИЖЕНИЯХ РАДИО

1. А. М. Николаев. **Ленин и радио.** Государственное издательство политической литературы, 1958.

2. А. И. Берг и В. И. Шамшур. **А. С. Попов и современная радиоэлектроника.** «Массовая радиобиблиотека». Госэнергоиздат, 1959.

3. В. И. Шамшур, **Ленин и развитие радио.** Связьиздат, 1960.

4. А. М. Васильев. **А. С. Попов и современная радиосвязь (к столетию со дня рождения).** Всесоюзное общество по распространению политических и научных знаний. Издательство «Знание», 1959.

5. М. И. Родовский. **Александр Степанович Попов (к столетию со дня рождения).** Научно-популярная серия. Издательство Академии наук СССР, 1959.

6. Ф. А. Лбов (составитель). **У истоков советской радиотехники.** Сборник воспоминаний работников Нижегородской радиолаборатории имени В. И. Ленина. Горьковское книжное издательство, 1959.

7. Н. А. Архангельский, Б. И. Зайцев. **Автоматические цифровые машины.** Физматиздат, 1958.

8. А. И. Китов. **Электронные вычислительные машины.** Издательство «Знание», 1958.

9. А. М. Кугушев. **Современная радиоэлектроника.** «Массовая радиобиблиотека». Госэнергоиздат, 1958.

10. А. Плонский. **Как человек приручил волну.** Радиоэлектроника, или рассказ об удивительных открытиях: о том, как человек приручил волну, о новом Аладине и его лампе, о том, как подслушали разговор звезд, о ста профессиях «мыслящей» машины и о другом. Издательство «Советская Россия», 1958.

11. Н. Кобринский, В. Пекелис. **Быстрее мысли** (Увлекательный рассказ об удивительных машинах и новой науке — кибернетике, возможности которой трудно ограничить). Издательство «Молодая гвардия», 1959.

12. М. Е. Жаботинский, И. Л. Радунская. **Радио наших дней.** Научно-популярная серия. Издательство Академии наук СССР, 1959.

13. С. Д. Курляндский. **Радиолокация и ее военное применение.** Издательство ДОСААФ, 1959.

14. Я. М. Сорин. **Радиоэлектроника в технике.** Трудрезервиздат, 1959.

15. Л. Теплов. **Очерки о кибернетике** (Теория автоматов от скромного дверного замка до электронных математических машин-гигантов). Издательство «Московский рабочий», 1959.

16. Н. И. Тихонов. **Радиоэлектроника и ее военное применение.** Издательство ДОСААФ, 1960.

17. К. Н. Трофимов. **Дело гигантски важное** (Применение радиолокации в мирных целях). Издательство «Советское радио», 1959.

КНИГИ С ПОПУЛЯРНЫМ ИЗЛОЖЕНИЕМ ОСНОВ ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКИ

1. И. П. Жеребцов. **Электротехника для радистов.** Издательство ДОСААФ, 1958.

2. С. Н. Тихонов. **Основы электрорадиотехники.** Воениздат, 1959.

3. И. П. Жеребцов. **Радиотехника.** Издание четвертое, переработанное и дополненное. Связьиздат, 1958.

4. А. Князев. **Как работает радиостанция.** Воениздат, 1958.

5. В. Г. Борисов. **Юный радиолюбитель.** Третье издание. «Массовая радиобиблиотека». Госэнергоиздат, 1959.

6. С. Э. Хайкин. **Электромагнитные колебания и волны.** «Массовая радиобиблиотека». Госэнергоиздат, 1959.

7. В. Н. Гаевич, А. М. Калашников. **Радиотехника.** Учебное пособие для солдат и сержантов. Воениздат, 1959.

8. К. Гладков. **Что такое радиоэлектроника.** «Московский рабочий», 1960.

9. Ю. В. Костыков, Л. Н. Ермолаев. **Первая книга радиолюбителя.** Второе, дополненное издание. Воениздат, 1961.

10. Е. А. Левитин. **Электронные лампы.** «Массовая радиобиблиотека». Госэнергоиздат, 1959.

СПРАВОЧНЫЕ КНИГИ

1. С. Э. Хайкин. **Словарь радиолюбителя.** Второе, дополненное и переработанное издание. «Массовая радиобиблиотека». Госэнергоиздат, 1960.

2. **Справочник коротковолновика.** Издательство ДОСААФ, 1959.

3. С. А. Ельяшкевич. **Справочник по телевизионным приемникам.** Третье издание, дополненное. Госэнергоиздат, 1960.

4. П. С. Дороватовский, В. М. Иванов. **Ответы на вопросы радиолюбителей.** Издательство ДОСААФ, 1960.

5. В. А. Бурлянд, В. В. Енютин. **Радиолюбительские конструкции (Указатель описаний).** «Массовая радиобиблиотека». Госэнергоиздат, 1958.

6. **Справочник начинающего радиолюбителя,** под редакцией Р. М. Малинина. «Массовая радиобиблиотека», Госэнергоиздат, 1961.

7. А. М. Бройде и Ф. И. Тарасов. **Справочник по электровакуумным и полупроводниковым приборам.** «Массовая радиобиблиотека» Госэнергоиздат, 1961.

8. Е. А. Левитин. **Схемы отечественных радиовещательных приемников.** Госэнергоиздат, 1961.

КНИГИ И БРОШЮРЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ ВОПРОСАМ РАДИОТЕХНИКИ «МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА» ГОСЭНЕРГОИЗДАТА

1. В. М. Большов и Ю. М. Большов. **Простые конструкции начинающего радиолюбителя.** 1959.

2. Ю. Ф. Фелистак. **Простые самодельные радиодетали.** 1959.

3. А. Г. Соболевский. **Измерения в практике радиолюбителя.** 1959.

4. Н. З. Ломозова и С. Д. Левин. **В помощь телезрителю.** 1959.

5. Б. Пабст. **Ремонт радиоприемника.** 1959.

6. В. К. Лабутин. **Простейшие конструкции на транзисторах.** Издание второе, переработанное и дополненное. 1960.

7. Ю. М. Большов. **Экономичный приемник на транзисторах.** 1960.

8. Г. Г. Костанди и В. В. Яковлев. **УКВ приемники для радиолюбительской связи.** 1960.

9. В. С. Зотов. **Карманные радиоприемники на транзисторах.** 1960

10. А. А. Журавлев и К. Б. Мазель. **Преобразователи постоянного напряжения на транзисторах.** 1960.

11. М. М. Румянцев. **Карманный радиоприемник «Малыш».** 1961.

12. А. Я. Глиберман и А. К. Зайцева. **Солнечные батареи** 1960.

13. Б. В. Кольцов. **Миниатюрные громкоговорители для приемников на транзисторах.** 1960.

14. В. Г. Лугвин. **Радиолюбительские приемники на транзисторах.** 1960.

15. **Схемы сетевых радиолюбительских приемников.** 1960.

16. В. И. Хомич. **Ферритовые приемные антенны.** 1960.

17. С. А. Ельяшкевич. **Устранение неисправностей в телевизоре.** Третье, переработанное издание. 1961.

18. Е. Р. Загик и Л. М. Капчинский. **Телевизионные антенны.** Третье, переработанное издание. 1960.

19. Г. П. Самойлов. **Уход за телевизором.** 1960.

20. С. К. Сотников. **Сверхдальний прием телевидения.** Второе, переработанное издание. 1960.

21. Е. А. Детков. **Портативный любительский магнитофон.** 1960.

22. В. И. Пархоменко. **Магнитные головки.** 1960.

23. А. Г. Дольник. **Громкоговорители.** Третье, переработанное издание. 1961.

24. Л. И. Куприянович. **Карманные радиостанции.** Второе, переработанное издание. 1960.

25. Г. П. Самойлов. **Ремонт развертывающих устройств телевизоров.** Второе издание. 1960.

26. С. А. Ельяшкевич. **Проверка ламп в телевизорах.** Второе, переработанное и дополненное издание. 1959.

27. И. П. Жеребцов. **Основы электроники.** Учебник для радиолюбителей. 1961

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ЛИТЕРАТУРА ИЗДАТЕЛЬСТВА ДОСААФ

1. О. Г. Туторский. **Радиолюбительская связь на УКВ.** Книга для начинающего ультракоротковолновика. «Библиотека юного конструктора». 1958.

2. А. Козырев, М. Фабрик. **Конструирование любительских магнитофонов.** 1959.

3. **Лучшие конструкции 14-й и 15-й выставок творчества радиолюбителей.** 1959.

Сборники **«В помощь радиолюбителю».** — Рассчитанные на широкие круги радиолюбителей, эти сборники содержат в каждом выпуске пять-шесть материалов по различным вопросам практики радиолюбительской работы.

4. **Выпуск 5,** 1958. В помощь радиолюбителю содержит статьи: М. Витe — Прибор для настройки телевизоров; А. Анисимов — Автомобильный

приемник; С. Воробьев — Радиометр на кристаллических приборах; А. Трубицин — Любительский авометр и универсальный вольтметр; А. Дольник — Получение высококачественного звучания радиоприемных и усилительных устройств; С. Матлин — Оборудование класса для изучения телеграфной азбуки.

5. **Выпуск 6,** 1958. Содержит статьи: Ю. Маноев — Дистанционный измеритель влажности древесины; К. Кинго — Комплект измерительных приборов; С. Воробьев — Батарейный супергетеродин; Г. Фридолин — Ультракоротковолновые радиолюбительские антенны; А. Дольник — Промышленные громкоговорители и микрофоны; Г. Куприянов — Налаживание усилителей низкой частоты.

6. **Выпуск 7,** 1959. Содержит статьи: А. Ломаков — Радиола «Экспресс»; С. Воробьев — Усилители низкой частоты; Ю. Приземлин — Конвертор на 144—146 *Мгц;* С. Матлин — Батарейный ламповый вольтметр; А. Колесников — Волномер УКВ диапазонов; А. Анисимов — Новые типы ламп и их применение.

7. **Выпуск 8,** 1959. Содержит статьи: А. Трубицин — Любительский переносный магнитофон; Е. Комаров — Расчет выходных трансформаторов; Э. Борноволоков — Как пользоваться характеристиками электронных ламп; А. Черников — Припои и флюсы; Полупроводниковые диоды и триоды.

8. **Выпуск 9,** 1960. Содержит статьи: Е. Сазонов — Портативный магнитофон; В. Углов — Портативный радиограммофон; А. Соболевский — Измерительные приборы на полупроводниках; Г. Новик — Реле времени на полупроводниках; В. Маркарьян — Сельская четырехпрограммная радиоточка; И. Мерабьян — Переносный стол для тренировки радистов-операторов.

9. **Библиотека журнала «Радио», выпуск 1.** Ультракороткие волны, 1959.

10. **Библиотека журнала «Радио», выпуск 2.** Короткие волны, 1959.

11. **Библиотека журнала «Радио», выпуск 3.** Электронные приборы для народного хозяйства, 1959.

12. **Библиотека журнала «Радио», выпуск 4.** Любительская звукозапись, 1959.

13. **Библиотека журнала «Радио», выпуск 5.** Приемники и усилители, 1959.

14. В. А. Ломанович. **Первая УКВ радиостанция,** 1959.

15. В. А. Ломанович. **Простейшие УКВ приемо-передающие радиостанции,** 1960.

16. И. Н. Лобанова. **Полупроводниковые диоды и триоды,** 1958.

17. Н. В. Казанский. **Радиолюбительский спорт,** 1960.

18. В. Д. Успенский. **«Охота на лис»,** 1960.

19. **Любительские телевизоры,** 1958.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ЛИТЕРАТУРА РАЗНЫХ ИЗДАТЕЛЬСТВ

1. Ф. И. Честнов. **Загадки ионосферы.** Третье издание. Физматгиз, 1959.

2. В. Гуров. **Полупроводники в технике и быту.** Издательство «Московский рабочий», 1958.

3. В. Л. Савченко. **Полупроводники на старте.** Детгиз, 1958.

4. В. Т. Владимиров. **Выпрямительные устройства.** Библиотека «Радиолокационная техника». Воениздат, 1959.

5. А. П. Горшков. **Как установить радиоприемник.** Третье, переработанное издание. Связьиздат, 1958.

6. М. Н. Савостьянов. **Пособие для радиомастеров.** Воениздат, 1959.
7. В. Т. Свиридов. **Радиорелейные линии связи.** Физматиздат, 1959.
8. Г. Д. Левинтов. **Покупатели о радиоприемниках.** Госторгиздат, 1960.
9. А. К. Гинзбург, В. А. Локтин и др. **Ремонт радиостанций.** Воениздат, 1959.
10. В. В. Костыков. В. А. Крыжановский. **Основы телевидения.** Воениздат, 1959.

НЕКОТОРЫЕ СТАТЬИ В ЖУРНАЛЕ «РАДИО»

В. Ю. Михайлова — **Лаборатория сельского радиолюбителя,** 1958, № 6, стр. 32; В. Алимов, В. Морозов — **Школьный радиоузел,** 1958, № 9, стр. 45; Б. Левандовский — **Самодельные детали для карманного приемника,** 1959, № 4, стр. 20.
Б. Блинов — **Гирляндная ГЭС,** 1960, № 1, стр. 32.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3

Глава первая

РАДИО, ЕГО ИСТОРИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ

Что значит слово «радио» 6
Радио изобретено в России 6
Развитие радио в СССР 11
Нижегородская радиолаборатория 12
Наши достижения в радиоэлектронике 16

Глава вторая

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ДВИЖЕНИЕ В СССР

Развитие и значение радиолюбительства 27
Радиолюбительство на селе 31
Радиоспорт 34
Конструкторская деятельность радиолюбителей 37

Глава третья

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Что такое электрический ток 41
Напряжение и электродвижущая сила 43
Электрическое сопротивление и закон Ома 46
Соединение сопротивлений 51
Мощность и работа электрического тока 54
Переменный ток 56
Катушки и трансформаторы 57
Конденсаторы 61

Глава четвертая

КАК ПРОИСХОДИТ РАДИОПЕРЕДАЧА

Радиовещание и радиосвязь 65
Микрофон, телефон и громкоговоритель 68
Радиоволны и их длина 72
Диапазоны радиоволн 74

Глава пятая

КАК УСТРОЕНЫ И РАБОТАЮТ РАДИОПРИЕМНИКИ

Колебательные контуры 79
Электронные лампы 82
Полупроводниковые приборы 95
Полупроводниковые диоды 96
Транзисторы 101

Простейшие приемники с полупроводниковыми диодами . . . 110
Приемники прямого усиления на лампах и транзисторах . . . 114
Генератор с электронной лампой или транзистором 117
Многокаскадные приемники прямого усиления 118
Супергетеродинные приемники 121
Питание ламп в сетевых приемниках 125

Глава шестая

ПРАКТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЕТЕКТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Особенности схем детекторных приемников 131
Как рассчитать колебательный контур 134
Приемник с фиксированной настройкой на одну станцию . . . 139
Приемник с фиксированной настройкой на несколько станций . 142
Приемник с настройкой вариометром 146
Приемник с настройкой конденсатором переменной емкости . . 147

Глава седьмая

САМОДЕЛЬНЫЕ ПРИЕМНИКИ И УСИЛИТЕЛИ

Усилители и простые приемники на транзисторах 151
Усилитель на одном транзисторе 152
Усилитель на двух транзисторах 153
Приемник на одном транзисторе 154
Приемник на двух транзисторах 156
Приемник на четырех транзисторах 157
Приемник с плавной настройкой на пяти транзисторах . . . 161
Ламповые батарейные приемники 165
Простой двухламповый приемник 165
Трехламповый приемник с постоянной обратной связью 169
Трехламповый приемник с универсальным питанием 171
Четырехламповый супергетеродин 176
Сетевые приемники 181
Трехламповый приемник 181
Конструкция и монтаж 186
Трехламповый супергетеродин 188
Как надо паять 191

Глава восьмая

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

Батарейные приемники 198
Приемник «Киев-Б-2» 198
Приемник «Искра» 201
Приемник «Родина» 203
Приемник «Родина-47» («Электросигнал-3») . . . 206
Приемник «Родина-52» 207
Приемник «Родина-59» 209
Приемник «Минск» 214
Карманный радиоприемник «Нева» 217
Уход за батарейными приемниками и устранение простейших неисправностей в них 218
Сетевые приемники 223
Приемник «Заря» 224
Приемник «Стрела» 226
Радиола «Юность» 228
Приемники и радиолы «Рекорд» 229
Приемник «Байкал», радиола «Даугава» и другие «Рассвет» — приемники и радиолы с часовым механизмом 234

Простейшие неисправности в сетевых приемниках и их устранение 236
Регистрация приемника 240

Глава девятая

УСТРОЙСТВО АНТЕННЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Наружные антенны 241
Детали устройства антенны 242
Заземление и противовес 245
Комнатные и суррогатные антенны 248
Рамочная и магнитная антенны 249

Глава десятая

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерение постоянного тока и напряжения 251
Измерение переменных токов и напряжений 255
Особенности измерения токов и напряжений в радиоаппаратуре 257
Измерение сопротивления 262
Измерение емкости 263
Измерение индуктивности 267
Гетеродинный индикатор резонанса (ГИР) 270
Настройка и налаживание ГИРа 275
Методика применения ГИРа 276
Простой сигнал-генератор 279

Глава одиннадцатая

НАЛАЖИВАНИЕ УСИЛИТЕЛЕЙ И ПРИЕМНИКОВ

Обеспечение нормальных напряжений питания 284
Подгонка нормальных режимов работы ламп 285
Налаживание усилителя низкой частоты 287
Налаживание приемника прямого усиления 290
Налаживание супергетеродинного приемника 297
Настройка супергетеродинного приемника без сигнал-генератора . 309

Глава двенадцатая

ЗВУКОЗАПИСЬ И ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Оптическая запись звука 313
Механическая запись звука 315
Универсальные портативные электропроигрыватели 317
Радиограммофон «Юбилейный» 318
Радиограммофон «Волга» 320
Самодельный усилитель на транзисторах для патефона 321
Магнитная запись звука 323
Магнитофон «Эльфа-10» 329
Магнитофон «Яуза» 331

Глава тринадцатая

УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВАЯ АППАРАТУРА

Батарейный УКВ приемник 336
УКВ приемник на транзисторах 339
УКВ передатчик на транзисторах 344
УКВ радиостанция сетевого питания 351
Схема 352
Конструкция и детали радиостанции 357
Пересчет катушек и переделка старых конструкций, работавших на диапазоне 38—40 *Мгц* 367
Антенны для работы на 28,0—29,7 *Мгц* 370
Простые самодельные приборы для налаживания любительской УКВ аппаратуры 372

Стр.

Резонансный волномер 372
Двухпроводная измерительная линия 374
Индикаторы поля 376

Глава четырнадцатая

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ КОРОТКОВОЛНОВАЯ АППАРАТУРА

Как стать коротковолновиком 378
Коротковолновая радиостанция батарейного питания 380
Передатчик начинающего коротковолновика 386
Коротковолновые антенны 392

Глава пятнадцатая

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКИХ РАДИОУСТАНОВОК

Принципы работы гальванических элементов 395
Типы элементов 397
Соединение элементов в батареи 399
Продление срока службы сухих элементов и батарей 401
Самодельные элементы и батареи 402
Кислотные аккумуляторы 406
Щелочные аккумуляторы 410
Ветроэлектрические и гидроэлектростанции 412
Питание батарейных приемников от сети переменного тока . . . 413
Термоэлектрический генератор 415
Преобразователь напряжения 417

Глава шестнадцатая

СЕЛЬСКАЯ РАДИОФИКАЦИЯ

Принципы сельской радиофикации и станции радиотрансляционных узлов 421
Радиотрансляционные сети 427

Глава семнадцатая

ЧТО ТАКОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Как происходит телевизионная передача 434
Как происходит телевизионный прием 442
Телевизоры 445
Телевизор «Маяк» 446
Телевизор «Воронеж» 448
Телевизор «Рубин-102» 449
Телевизор «Белорусь-5» 451
Блок-схемы телевизоров 452
Основные требования, предъявляемые к телевизору 456
Телевизионная испытательная таблица 0249 и определение качества работы телевизора 457
Дальний прием телевидения 461
Выбор телевизора для дальнего приема 461
Телевизионные приемные антенны 463

Глава восемнадцатая

РАДИОКРУЖОК И ЕГО РАБОТА

Организация сельского радиокружка 470
Учебная, конструкторская и массовая работа в радиокружке . . 471
УКВ радиостанция в кружке и работа по радиоспорту 477
Участие радиокружка в радиофикации 479
Организация радиослушания 482
Приложения 485

ЗА СТРАНИЦАМИ УЧЕБНИКА

SHEBA.SPB.RU/ZA

Хочу всё знать (теория)

Юный техник (практика)

Домоводство (условия)